VERHANDLUNGEN DER PHYSIKALISCH-MEDIZINISCHE GESELLSCHAFT...

Physikalisch-medizinische Gesellschaft zu Würzburg




SIGILLUM ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
VE
RI
TAS
CHRISTO ET ECCLESIAE

VERHANDLUNGEN

DER

PHYSIK.-MED. GESELLSCHAFT

ZU

WÜRZBURG.

HERAUSGEGEBEN

VON DER

REDACTIONS-COMMISSION DER GESELLSCHAFT:

PROF. DR. O. SCHULTZE.

PROF. DR. W. NIEBERDING. PROF. DR. FRIEDR. SCHENCK.

NEUE FOLGE. XXXIII. BAND. 1899.

MIT 4 TAFELN UND VIELEN TABELLEN.



Stahel'sche Verlags-Anstalt in Würzburg

Königl. Hof- und Universitäts-Verlag

1900.

Preis pro Band (Jahrgang) Mk. 14.—.
Im Abonnemnet in abgeschlossenen Heften zu beziehen.
Die einzelnen Beiträge erscheinen auch in Sonderdrucken.

Inhalt des XXXIII. Bandes.

(4 Hefte.)

VERHANDLUNGEN
DER
PHYSIK.-MED. GESELLSCHAFT
ZU
WÜRZBURG.

N. F. XXXIII. Band. Nr. 1.

Jede Nummer ist auch als Sonderdruck zu erhöhtem Preise zu beziehen.
Preis des Jahrgangs Mk. 14.— (Anzahl der Hefte verschieden.)

Inhalt:

Ueber Nachweis und Bestimmung des Quecksilberdampfes in der Luft.

Aus dem pharmakologischen Institut der Universität Würzburg.

Von

Professor KUNKEL und Dr. FESSEL.



Stahel'sche Verlags-Anstalt in Würzburg
Königl. Hof- und Universitäts-Verlag
1899.



(Aus dem pharmakologischen Institut der Universität Würzburg.)

Ueber
Nachweis und Bestimmung des Quecksilberdampfes in der Luft.

Von

Professor KUNKEL und Dr. FESSEL.

Der Besitz einer einfachen und handlichen Methode für den Nachweis des Quecksilberdampfes in der Luft ist noch immer ein offener Wunsch der angewandten Chemie. Besonders die Fabrik-Hygiene ist bei dieser Frage interessirt, weil die technischen Verrichtungen, bei denen metallisches Quecksilber gebraucht wird, täglich zunehmen. Da nun Quecksilber in jeder Form bei der Aufnahme in den menschlichen Körper zu schwerer Intoxication führen kann und unter gewissen Bedingungen führen muss, so ist die Controlle dessen, was von den mit Quecksilber arbeitenden Personen aufgenommen werden kann, unter allen Umständen von hoher praktischer Bedeutung. — Die wissenschaftliche Seite der Frage soll später noch kurz berührt werden.

Allermeist ist bisher von den Experimentatoren, die Quecksilberdampf in der Luft nachgewiesen haben, das Blattgold zur Absorption benutzt worden. Aus dessen Verquickung und Gewichtszunahme wird auf Quecksilber geschlossen. — Auch abfällige Urtheile über die Brauchbarkeit dieses Reagenz finden sich schon in der früheren Literatur. *Merget* speciell bezeichnet das von *Faraday* verwandte Blattgold für einen unsicheren Indicator und weist die von *Faraday* aus Versuchen mit der Goldmethode gezogenen allgemeinen Schlüsse über die Quecksilberverdampfung als unrichtig zurück. (Comptes rendus, t. 73. 1871. pag. 1358). *M.* selbst verwendet Lösungen von Silbernitrat, Platinchlorid, Goldchlorid, mit denen er Papierstreifen tränkt. Seine Versuche sind im Wesentlichen nur auf den qualitativen Nachweis gerichtet.

Zur quantitativen Bestimmung hat *Renk* (Arbeiten kaiserl. Gesundh.-Amt V. 1889 pag. 112) wieder die Goldblattmethode verwendet. Drei kleine Erlenmeyer'sche Kölbchen waren locker mit Goldblatt ausgestopft und mit einander durch passende Glasröhren dicht verbunden. Die quecksilberhaltige Luft wurde nach dem Trocknen durch den Apparat geleitet und aus der Gewichtszunahme des Hg gemessen. *Hilger* und *von Raumer* haben dieselbe Methode, nur mit Abänderung der Form der Absorptionsgefässe wieder gebraucht und behaupten in 2 Publicationen auf Grund von besonders angestellten Versuchen deren ausreichende Zuverlässigkeit. (Bericht über die 10. Versammlung der freien Vereinigung bayr. Vertreter der angew. Chemie 1891 und Forschungsberichte über Lebensmittel etc. 1. Jahrg. Heft 2. München 1893. pag. 32). —

Gegen die Goldblatt-Methode als quantitative Reaktion hat *Kunkel* Bedenken erhoben (Sitzungsber. Würzburger physik.-med. Gesellsch. 1892. 23. Januar). — Sie ist unsicher, vor Allem aus dem Grunde, weil in angestellten Versuchen das Gold den Quecksilberdampf nicht vollständig zurückhielt. Weiter wird die gesammte Gewichtszunahme der Kölbchen ohne die Möglichkeit einer sichernden Controlle auf Hg bezogen, was bei den mannichfachen Fehlerquellen (Wasserverdichtung auf der grossen Oberfläche des Blattgoldes u. A.) eine sehr missliche Annahme ist. —

Es wurde darum von *Kunkel* für die Hg-Absorption rauchende Salpetersäure verwendet. Eine etwa 40 cm lange und 2 cm im Lichten haltende Glasröhre wird an beiden Enden so weit ausgezogen, dass sie gut durch aufgesteckte Kautschukschläuche mit den anderen Theilen des Apparates verbunden werden konnte. Die Röhre war locker mit kleinen Stückchen reiner Kieselsäure (sogenannte Rheinkiesel) gefüllt: es war dadurch die eingegossene Salpetersäure auf eine grosse Oberfläche vertheilt. Nach Beendigung des Durchsaugens der Luft wurde die Röhre mit destillirtem Wasser vollständig ausgewaschen und in dem Waschwasser das Quecksilber bestimmt. — Nähere Angaben folgen unten. — Die zweite Publication von *A. Hilger* und *E. von Raumer* bringt neue Experimente, um die Einwendungen gegen die Goldblatt-Methode zu entkräften.

Da bei Fortführung der Versuche im hiesigen pharmakologischen Institut die Unsicherheit der Quecksilberdampfabsorption durch metallisches Gold sich immer wieder herausgestellt hatte

und zudem in der ersten vorläufigen Publication von *Kunkel* nur über den wesentlichsten Punkt einer grösseren Versuchs-Reihe kurz referirt war, so wurden neue Beobachtungen zur Entscheidung der Frage in der Dissertation von *Fr. Herrmann* (Würzburg 1898) veröffentlicht.

Die Versuchsanordnung war hier die folgende:

Die mit dem Quecksilberdampf beladene Luft wird durch eine kräftig wirkende und beliebig einstellbare Wasserstrahlluftpumpe durch das ganze System der Absorptionsröhren u. s. f. hindurchgesaugt. Um die Schnelligkeit der Vorwärtsbewegung jeden Moment controlliren zu können, ist ein Flüssigkeitskölbchen in die ganze Anordnung an passender Stelle eingefügt: die durch die Flüssigkeit streichenden Luftblasen sind das sichtbare Maass der gesaugten Luftmenge. Ausserdem wurde eine Gasuhr (von *Riedinger* in Augsburg) zum Messen der Gesammtluft benützt. —

Die quecksilberdampfhaltige Luft wurde in folgender Weise hergestellt. Eine Verbrennungsröhre von etwa 120 cm Länge war locker mit kleinen Bimssteinstücken ausgestopft. Dann war etwas Quecksilber in die Röhre eingefüllt und durch Rotiren auf dem Bimsstein möglichst vertheilt. Der Anfangstheil dieser Quecksilberröhre wurde nun auf bestimmte Länge, 30 bis 50 cm, durch eigenartige Brenner mit vielen kleinen Flämmchen erhitzt. Wurde in langsamem Strom Luft durch die Quecksilberröhre gesaugt, so bildete sich alsbald in dem kalten Röhrentheil ein dichter Beschlag von Quecksilbertröpfchen, ein Beweis, dass diese Luft bei hoher Temperatur mit Quecksilberdampf gesättigt war. Hinter der Quecksilberröhre war ein grosser Erlenmeyer-Kolben mit 3 fach durchbohrtem Stöpsel: in der einen Bohrung steckte ein empfindliches Thermometer, mittelst dessen direkt abzulesen war, wie warm die Luft in die Absorptions-Gefässe übertrat. —

Zuerst wurde die Absorption des Quecksilberdampfes durch die concentrirte Salpetersäure geprüft. Es wurden dazu 2 Salpetersäure-Röhren hinter einander gelegt, durch die die quecksilberhaltige Luft hindurchstreichen musste [1]). In der ersten Röhre war Quecksilber nachzuweisen, in der zweiten nicht.

[1]) Sehr misslich beim Gebrauch der rauchenden Salpetersäure ist der Umstand, dass die abgesaugten Dämpfe alle dahinter gelegten Theile stark angreifen. Die völlige Absorption dieser Dämpfe gelingt schwierig. Schon aus diesem Grunde ist Salpetersäure nur für orientirende Laboratoriums-Versuche brauchbar.

Es bleibt der Einwand offen, dass die Salpetersäure nicht vollständig absorbire, dass gewisse Mengen (bei sehr niedriger Spannung des Dampfes) unabsorbirt auch an der rauchenden Salpetersäure vorbeigehen. Dieser Einwand ist im höchsten Grade unwahrscheinlich: absolut abzulehnen ist er aber nicht.

Es wurde darnach geprüft, wie es mit der Absorption durch Goldblatt steht. Es wurde ein Stück Verbrennungsröhre von einigen 20 cm Länge an der einen Seite vor der Glasbläserlampe so ausgezogen, dass ein federkieldickes Röhrchen von etwa 20 cm Länge entstand. Dann wurde auf etwa 15 cm Länge der weite Theil gut und reichlich mit Goldblatt ausgestopft. Zwischen lockeren Asbestpfröpfen war die Goldschicht festgelegt. Hinter einer solchen Goldröhre war die Salpetersäure-Röhre eingeschaltet. Nun wurde in langsamem Strom Quecksilberdampf-haltige Luft durchgeleitet.

In einem solchen Versuch wurden 161 Liter Luft in 89 Stunden durchgesaugt. Gefunden wurde darnach in der Goldröhre 1.2 mgr Hg, in der Salpetersäure 2.8 mgr Hg [1]).

Ein zweiter Versuch mit 462 Liter Luft in 73 Stunden: 2.3 mgr Hg in Goldröhre, 6.1 mgr Hg in Salpetersäure.

Die **Bestimmung** des Quecksilbers wurde so vorgenommen:

Die Salpetersäureröhre wurde mit Wasser ausgewaschen und anfänglich in dem fast neutralisirten und durch Eindampfen verminderten Waschwasser durch Fällen mit Schwefelwasserstoff HgS gefällt. Da dieses wegen starken Schwefelgehaltes nicht direkt zu wägen war, so wurde, um die umständliche Reinigung durch Wiederauflösen in Königswasser und Wiederfällen zu umgehen, folgender Weg benützt.

Durch eine aus anderen Gründen unternommene Versuchsreihe war im pharmakologischen Institut festgestellt worden, dass man so kleine Mengen Quecksilber wie sie hier vorliegen, mit ausreichender Genauigkeit durch die elektrolytische Abscheidung bestimmen könne. Es wurde in der Platinschale mit einer Platin-Anode nach den Angaben des *Neumann*'schen Buches [2])

1) In diesem Versuch sind die absoluten Werthe unrichtig, zu hoch; — siehe später.

2) Dr. *B. Neumann:* Theorie und Praxis der Elektrolyse, pag. 140.

elektrolysirt: die Platinschale mit dem Belag sorgfältig gewaschen, getrocknet, gewogen, dann zur Controlle nach dem Entfernen des Hg durch Auskochen mit Salpetersäure wieder getrocknet und gewogen. —

Die Bestimmung des Quecksilbers in dem Goldblattröhrchen geschah in folgender Weise: Bei der enormen Oberfläche, die das Goldblatt in der ausgefüllten Röhre besitzt, erschienen Wägungen sehr unsicher. Wenn auch nur eine geringe Condensation von Wasserdampf auf der Oberfläche statt hat, so muss das bei einem Versuche, der auf viele Stunden sich erstreckt und bei dem Hunderte von Litern Luft durchgesaugt werden, leicht zu grossen Fehlern führen: es sollen ja Zehntel-Milligramm genau gewogen und als Quecksilber ausgegeben werden. Luft, in Blasen durch Schwefelsäure hindurchgeleitet, wird nicht absolut wasserfrei: sodann ändern sich während der langen Versuchsdauer die äusseren Bedingungen: Temperatur, Druck, Wassergehalt der Luft. Ob man die hieraus möglichen Wägungsfehler in jedem Fall zuverlässig vermeiden kann, ist eine schwierige Frage.

Es wurde desshalb, um die Absorption des Hg durch das Blattgold sichtbar zu machen und zu bestimmen, mit den oben beschriebenen Goldblattröhren aus Verbrennungsrohr folgendermassen verfahren. Es wurde ein ganz langsamer Luftstrom vom weiteren Ende gegen das eng ausgezogene Röhrchen durchgesaugt (mittels einer Saugflasche). Dabei wurde die Stelle wo das Goldblatt lag, mittels eines Bunsenbrenners kräftig erhitzt. Das absorbirte Quecksilber musste verdampfen und in dem kalt gebliebenen und noch besonders gekühlten engen Theile der Röhre sich wieder niederschlagen. Der sehr langsame Luftstrom und der geringe Durchmesser des Glasröhrchens bieten fast sichere Gewähr für die verlustfreie Ueberführung des absorbirten Quecksilbers. Es erschien allemal ein deutlich sichtbarer Beschlag von Quecksilbertröpfchen in der engen Röhre: das Blattgold ist also ein Absorptionsmittel für den Quecksilberdampf, der in Spuren der Luft beigemischt ist. — Der Quecksilberbeschlag wurde endlich durch vorsichtiges Erhitzen und Saugen gegen das Ende der Röhre zu getrieben, das Endstück mit dem Hg-Ring mit der Glasfeile abgeschnitten und nach dem Trocknen im Exsiccator gewogen. Nach eingetretener Gewichts-Constanz wurde das Röhrchen durch Erhitzen von Quecksilber befreit und dann wieder gewogen. — Zur Sicherung wurde auf das Quecksilber-

röhrchen eine andere etwas weitere Glasröhre aufgesteckt, durch Erhitzen und Saugen das Hg in letztere übergetrieben und dann durch Ueberleiten von Jod-Dampf und durch Lösen in Salpetersäure als Hg identificirt.

Für die Fortsetzung der Versuche und für die Diskussion der strittigen Punkte haben wir uns einer neuen Methode, Quecksilberdampf nachzuweisen, bedient. Es wird nämlich bei gewöhnlicher Temperatur Quecksilberdampf — soweit wir jetzt wissen — quantitativ aus der Luft durch festes krystallinisches Jod abgeschieden und in Quecksilberjodid übergeführt. — Da das $Hg J_2$ durch schön scharlachrothe Farbe ausgezeichnet ist, so gelingt es, Bruchtheile (Hundertel) von einem Milligramm Quecksilberdampf deutlich zu demonstriren. Der Vortheil der Methodik ist die Entstehung des sinnenfälligen Reaktionsproduktes. Bedingung für das Gelingen des Versuches ist, dass die Quecksilber-haltige Luft getrocknet ist: Trocknen mit einem Chlorcalcium-Apparat genügt[1]. —

Im Einzelnen macht man das Experiment so, dass man in ein trockenes Glasröhrchen von etwa 2 bis 3 mm lichter Weite etliche Körnchen Jod gibt und nun die fragliche (getrocknete!) Luft überleitet (50 bis 100 Liter). Günstigen Falles sieht man schon nach wenigen Minuten den eingetretenen Effekt. Handelt es sich um sehr kleine Mengen Hg (man kann $^1/_{10}$ mgr noch gut erkennen), so betrachtet man die verwendete Jodröhre bei guter Tagesbeleuchtung gegen dunklen Hintergrund. Das

---

[1]) Wir haben es bei den noch folgenden Versuchen vermieden, mit Schwefelsäure zu trocknen, weil doch vielleicht Spuren des Quecksilberdampfes von der Schwefelsäure, wenn diese durch Wasseraufnahme sich erwärmt, festgehalten, gelöst werden könnten. — Auch ist das Trocknen von Luft, die in raschem Strom in grossen Blasen durch die Schwefelsäure streicht, unvollkommen. Das Aufstellen von Trockenapparaten mit Bimssteinstücken aber complicirt die Versuchsanordnung zu sehr. — Wo wie in Fabrikräumen rasch grosse Luftmengen gesaugt werden müssen, wäre es wohl zweckmässig, hinter zwei Chlorcalcium-Thürmen noch einen solchen Schwefelsäure-Bimsstein-Apparat zu verwenden.

Kurz sei hier erwähnt, dass die Festhaltung des Quecksilberdampfes wahrscheinlich auch mit Chlor und Brom gelingt ($Hg Cl_2$ und $Hg Br_2$) — Auch mit Jodtrichlorid wurde sie versucht. — Alle diese Methoden stehen nach Bequemlichkeit hinter der Anwendung des Jodes zurück und darum ist nur diese ausgebildet worden.

Quecksilberjodid bildet eigenartige streifige Zeichnungen. — Die braunröthlichen Schmieren, die Wasser mit Jod in den Röhrchen erzeugen kann, wird der Kundige nie mit $Hg J_2$ verwechseln. —

Um zu sehen, ob die Absorption eine vollständige ist, wurden in einem etwas längeren Glasröhren-Stück mehrere schwache Verengerungen in gewissem Abstand vor der Glasbläserlampe angebracht, und in jede der so gebildeten Abtheilungen etwas Jod gegeben. Immer ist bei langsamem Luftstrom nur an der ersten Abtheilung die Rothfärbung zu sehen. Man darf also mit grösster Wahrscheinlichkeit schliessen, dass das Quecksilber vom Jod vollständig absorbirt wird.

Die Ausführung des Versuches wurde in verschiedener Weise probirt. Da offenbar der nähere Vorgang der Reaktion der ist, dass der Joddampf mit dem Quecksilberdampf zu $Hg J_2$ direkt zusammentritt, wofür auch die Vertheilung und das Aussehen des rothen Niederschlages in der Röhre direkt spricht, so wurde an die enge Röhre, durch die die Luft hindurchgesaugt wurde, seitlich ein gestieltes mit Jod gefülltes Kügelchen angeblasen und durch dessen gelindes Erwärmen ein continuirlicher Joddampfstrom in die „Absorptionsröhre“ eingelassen. Diese und andere Modificationen der Versuchs-Anordnung stehen aber allemal zurück gegen die einfachste Manier, direkt in das Glasröhrchen, worin man den Niederschlag erzeugen will, das feste Jod über einige Centimeter vertheilt zu geben.

Ein Misstand ist, dass nach einiger Zeit alles Jod verdampft. Man füllt nach oder legt neue Röhrchen vor. — Wo der mit dem Luftstrom abgesaugte Joddampf stören kann, absorbirt man ihn durch eine Waschflasche mit unterschwefligsaurem Natron.

Um die Methode zu messenden Versuchen zu verwenden, wurde so verfahren: Die Quecksilber-Jod-Röhre wird mit einigen Tropfen Jodkaliumlösung ausgespült, das überschüssige Jod rasch abfiltrirt. Zur Bindung des freien Jods wird vorsichtig mit Natronlauge bis zur Entfärbung versetzt und dann mit einem kräftigen Strom von Schwefelwasserstoff $Hg S$ gefällt. Man vergleicht dann colorimetrisch mit der Fällung oder vielmehr Färbung, die man von bestimmten Mengen einer gestellten Sublimat-Lösung unter den gleichen Bedingungen erhält. (Alkalische Reaktion!) — Es gelingt so in kurzer Zeit zu einem bestimmten Resultat zu kommen und die Quecksilbermenge bis auf einige

Hundertel Milligramme abzugrenzen. In besonderer Versuchsreihe wurde festgestellt, dass Sublimat bei nachträglicher Alkalisirung genau gleich starke Braunfärbung gibt, wie eine gleichviel Quecksilber enthaltende Lösung von Quecksilberjodid in Jodkalium.

Die Geschwindigkeit des Luftstromes darf nicht zu gross sein, wenn die Absorption eine vollständige sein soll. In der Regel blieben wir bei etwa 1 Liter Luft in 8 bis 10 Minuten. Doch war bei etwas grösserer Sicherheit der absorbirenden Oberfläche auch noch bei 1 Liter in 2 Minuten vollständige Festhaltung des Quecksilbers erreicht worden. Zweckmässig bleibt man bei den geringeren Geschwindigkeiten.

Sehr deutlich sieht man, wie bei sehr hoher Luftgeschwindigkeit das entstehende Quecksilberjodid mit der bewegten Luft weitergeführt wird und erst in entfernteren Parthien der Jodröhre sich anlagert. In solchen Fällen macht man die Jodschichte länger und legt zum Abfangen des mitgerissenen HgJ_2 hinter die Jodröhre ein kleines U-röhrchen mit einigen Grammen dünner Jodkalium-Lösung.

Endlich ist noch daran zu denken, dass das entstandene Quecksilberjodid selbst wieder bei gewöhnlicher Temperatur in minimalen Mengen verdampfen und dass so durch die grosse Quantität der gesaugten Luft ein Verlust an $Hg J_2$ eintreten könne. Wir haben bei daraufhin gerichteten Versuchen keine Anzeichen erhalten, dass HgJ_2 bei gewöhnlicher Temperatur in messbarer Menge verdampft. Immerhin kann man bei Versuchen in Fabrikräumen, wenn man Hunderte Liter Luft saugen muss, durch ein kleines U-Röhrchen mit Jodkaliumlösung das $Hg J_2$ festhalten. —

Mit dieser Methode wurden folgende Resultate festgestellt:

G o l d b l a t t kann, wenn richtig im Versuch angeordnet, d e n Q u e c k s i l b e r d a m p f q u a n t i t a t i v a u s d e r L u f t a b s c h e i d e n. — Die Bedingungen, warum wir in so vielen Versuchen zu dem entgegengesetzten Resultat gekommen sind, sind uns jetzt nicht klar. An der Menge des verwendeten Goldes hat es nicht gelegen. Wir haben früher zu den Versuchen zwei und drei miteinander verbundene kleine Kölbchen, die nur in den ersten Versuchen zu locker, später wohl ausreichend dicht mit Goldblatt gestopft waren, gebraucht. Jetzt dienen uns 2 Stücke Verbrennungsrohr, in denen die Goldschicht etwa

20 cm zusammen lang ist: d. i. jetzt weniger Gold als früher. — Wir schieben die Schuld auf folgende Umstände, die wir aber nicht des Näheren experimentell geprüft haben, weil die Wiederholung der Versuche mit immer neuen Goldmengen zu kostspielig ist.

Einmal glauben wir beobachtet zu haben, dass eine frisch geglühte Röhre besser das Quecksilber absorbirt, als eine mit neuem Goldblatt gestopfte. Die Oberfläche des geglühten Goldes wird matt, gekörnt, vielleicht ist sie dadurch besser zur Aufnahme des Quecksilbers geeignet als die frische, glänzende. — Sodann ist nach dem Ausglühen die gesammte Goldoberfläche wieder quecksilberfrei, also für die Anstellung eines neuen Versuchs besser geeignet als ein schon öfter gebrauchtes Röhrchen. Zudem wird man sich wohl vorstellen müssen, dass nicht die gesammte Oberfläche des eingestopften Goldes zur Absorption mithilft: die durchgesaugte Luft wird die Bahnen des „kleinsten Widerstandes“ aufsuchen und so immer dieselben Stücke des Goldblattes treffen, dessen absorbirende Kraft sich natürlich nach und nach erschöpft. Das Durchglühen des Rohres und dessen nachträglich durchgeführtes Auflockern mittels eines Eisendrahtes begünstigt darum die gute Wirksamkeit. Auf alle Fälle wird es sich empfehlen, (schon aus ökonomischen Gründen, weil derselbe Apparat immer wieder neu benützt werden kann) falls man weiterhin noch die Goldmethode benützen will, das Goldblatt in ausglühbare Röhren (Stücke Verbrennungsrohr), und nicht in Kölbchen zu füllen. Die von uns immer gebrauchten zwei hinter einander gelegten Goldröhrchen absorbirten frisch hergerichtet sehr rasch den Quecksilberdampf, so dass wir selbst noch rascher als 2 Liter in der Minute saugen durften. —

Bis zu welcher Menge die Goldröhrchen ausreichend funktioniren, ist natürlich nur für bestimmte Einzelverhältnisse und nicht allgemein festzusetzen. Unsere Röhren genügten sicher für etliche 50 Liter bei 20° C. quecksilberdampfgesättigter Luft. In einigen Versuchen, wo nicht gerade wesentlich mehr durchgeleitet war, zeigte die dahinter gelegte Jodröhre die ersten Zeichen der rothen Streifen des Quecksilberjodids.

Die schon von *Renk* aufgeworfene Frage, ob nicht häufig unter Bedingungen, wie sie auch in unseren Versuchen angewendet sind, Quecksilberstaub d. i. mit der schnell bewegten Luft fortgerissene oder von anderen Staubtheilchen getragene

kleinste Quecksilbertröpfchen (also nicht Dampf!) die Ursache der gefundenen positiven Reaktion sei, wird immer wieder von einzelnen Beobachtern zur Diskussion gestellt werden, die in bestimmten Einzelfällen von der Gegenwart des Dampfes sich nicht bestimmt überzeugen können. Wir haben darum folgenden Versuch angestellt. Die mit Quecksilber-Dampf beladene Luft wird, bevor sie in die Jodröhre tritt, durch eine Röhre von etlichen 20 cm Länge geleitet, die dicht mit feinstem Asbest ausgestopft ist, wie solcher für die Herstellung von Filtrirröhrchen im Handel vorkommt. Eine solche „Staubfiltrirröhre" hält alle festen Theilchen zurück. Der Versuch ergibt, dass hinter einer solchen Röhre die Reaktion des Quecksilberjodids ebenso deutlich auftritt, wie wenn kein Asbest vorgelegt ist: es handelt sich um Hg-Dampf.

Dies ergibt auch sofort jede weitere Art der Versuchsanstellung, bei der das Verspritzen von festem Quecksilber, also das Entstehen von Tröpfchen absolut unmöglich ist. Bei den bisher beschriebenen Versuchen haben wir ja immer Quecksilber erhitzt, die übergesaugte heisse Luft dann abgekühlt, um mit Hg-Dampf gesättigte Luft zu erhalten. Da beim Abkühlen Quecksilberdampf coërcirt wird, so ist die Möglichkeit des Mitreissens von Tröpfchen nicht absolut auszuschliessen [1]). Schlagend ist folgender Versuch. Man stelle über einer mit metallischem Quecksilber gefüllten Schale in Entfernung von 10 bis 12 mm einen Trichter auf und sauge nun mittels einer Saugpumpe einen Luftstrom aus der Trichterröhre, den man wieder vor dem Einleiten in die Jodröhre durch Chlorcalcium gut trocknet. In einigen Minuten schon, wenn man kräftig saugt (3 Liter Luft in der Minute) sieht man den rothen Beschlag in der Jodröhre. —

Es ist nun endlich noch die Frage zu erledigen, welche Mengen von Quecksilberdampf unter verschiedenen Bedingungen in der Luft enthalten sind. — Die erste Einzelfrage lautet: welche Quecksilbermenge ist in der mit dem Dampf gesättigten Luft enthalten.

Die oben beschriebene und bisher von uns meist benutzte Methode scheint für die Beantwortung der Frage gut geeignet.

---

[1]) Wir haben desshalb wie oben beschrieben ist, den grossen Erlenmeyer'schen Kolben eingeschaltet.

Durch Erhitzen von Quecksilber auf der grossen Oberfläche des fein geschlagenen Bimssteines in dem langen Rohr wird die langsam darüber hinstreichende Luft mit Quecksilberdampf bei hoher Temperatur gesättigt. Dass das Letztere sicher der Fall ist, muss daraus geschlossen werden, dass in dem kalt gehaltenen Theil der Hg-Röhre allemal eine Condensation von Quecksilberdampf in Tröpfchen stattfindet, die auf weithin sichtbar wird. Hinter der Hg-Röhre ist ein grosser Erlenmeyer-Kolben eingeschaltet, in dem, wie oben erwähnt, ein Thermometer die Temperatur anzeigt. Die Temperaturablesungen von 10 zu 10 Minuten bei stundenlang andauerndem Versuch ausgeführt ergaben, dass der Wärmegrad der mit Hg-Dampf beladenen Luft fast dem der Zimmerluft gleich, d. h. bei den gerade vorhandenen Bedingungen zwischen 19 und 23° C. gelegen war. Der Kolben trug einen dreifach durchbohrten Kork, für die zu- und abführende Röhre und für das Thermometer. Die Röhren-Enden waren so gelegt, dass ein allenfallsiges Mitreissen von Quecksilbertröpfchen möglichst erschwert war. Doch sei besonders bemerkt, dass überhaupt niemals in dem grossen Kolben Quecksilber in Tröpfchen nachweisbar war: es blieb alles in dem kalten Endstück der mit Bimsstein gefüllten Verbrennungsröhre. — Hinter dem Kolben folgten dann die Quecksilberabsorptions-Gefässe. —

Die mit der Jodmethode colorimetrisch durchgeführten messenden Versuche ergaben folgende Resultate:

50	Liter	Luft	enthalten	0.4	mg Hg	— also 1 M^3	8	mgr. bei	16° C.
15	—	—	—	0.1	—	—	6.7	—	21° C.
30	—	—	—	0.22	—	—	7.3	—	20° C.
12	—	—	—	0.1	—	—	8.3	—	19° C.
18	—	—	—	0.2	—	—	11.1	—	23° C.
40	—	—	—	0.5	—	—	12.5	—	21° C.
43	—	—	—	0.6	—	—	14.0	—	18° C.

Diese Zahlen schwanken in ziemlich weiten Grenzen. Wir zweifeln nicht, dass es möglich sein wird, durch weitere Einübung der Methode zu besser übereinstimmenden Resultaten zu gelangen: doch schien es uns zweifelhaft, ob der Erfolg der aufgewendeten Mühe entspricht. — Einige Bedeutung könnten

sorgfältige, unter Variation der äusseren Bedingungen durchgeführte Versuchsreihen bekommen für die Frage nach der Tension des Quecksilberdampfes bei niedrigen Temperaturen. Die vorhandenen neueren Angaben von *Hagen* (Wiedemanns Annalen 16. 1882, pag. 618) und *Hertz* (Wiedemanns A. 17. 1883, pag. 199) weichen ausserordentlich weit von einander ab, wie die nachfolgende Tabelle zeigt:

Temperatur	Dampfspannung in mm Hg		Darnach berechnet Gramm Hg in 1 Cubic-Meter Luft	
	Hagen	*Hertz*	*Hagen*	*Hertz*
C.				
0°	0.015	0.00019	0.177	0.0022
10°	0.018	0.00050	0.205	0.0057
20°	0.021	0.0013	0.231	0.0143
30°	0.026	0.0029	0.276	0.0308

Unsere Zahlen stimmen so gut als das bei der grossen Unsicherheit der Methode vorerst erwartet werden kann, mit den *Hertz*'schen Zahlen überein.

Endlich ist noch die praktisch wichtigste Frage offen: welche Mengen von Quecksilberdampf in der Luft von solchen Räumen vorkommen, in denen mit Quecksilber gearbeitet wird (Spiegel-Fabriken, technischen Laboratorien etc.).

Wir haben darüber nur einige schematische Laboratoriums-Versuche angestellt. In eine Porzellanschale wird Quecksilber gegossen, so dass eine spiegelnde Oberfläche von 11 cm Durchmesser entsteht. Zum Absaugen der Luft wird ein Trichter von ungefähr gleicher Grösse in verschiedener Entfernung über dem Quecksilber mittels eines Statifs aufgestellt. –

Trichter 1 cm über der Quechsilberschale: schon 20 Liter Luft geben eine schwache Reaktion. — Eine solche ist auch noch bei 15 bis 16 mm Entfernung von etwa 30 Liter Luft zu erhalten. Geht man aber auf mehrere cm mit der Trichteröffnung weg, so geben selbst 100 Liter noch keine Reaktion.

Die Temperatur lag um 15° C. Das Zimmer wurde nicht benützt, die Luft war also sehr ruhig. —

In vereinzelten Versuchen schien die Reaktion bei noch grösserer Entfernung zu gelingen: bei Wiederholung aber blieb das Resultat aus. — Ob die Erneuerung der Quecksilberoberfläche (die nicht ohne Einfluss schien) oder besonders günstige Luftströmungen, die den Hg-Dampf in den Trichter führten oder sonst welche Zufälligkeit an den vereinzelten Ergebnissen die Schuld trug, war nicht weiter zu eruiren. —

Auch die Versuchsanordnung wurde noch geprüft, dass die Trichteröffnung schräg nach unten und aussen von dem Ausguss der Schale steht, um die nach „abwärts fliessenden schweren Quecksilberdämpfe" theilweise aufzufangen. Verschiedene Variationen dieses Experimentes ergaben bei 20 Liter Luft keine Reaktion.

Die Häufung solcher schematischer Experimente liess keine allgemeinen Beziehungen erkennen. Offenbar zerstreuen sich die von der kleinen verwendeten Quecksilberoberfläche aufsteigenden Spuren von Dampf gemäss den Erfahrungen über Gas-Diffusion so rasch, dass schon in geringer Entfernung die Verdünnung eine enorm grosse ist. Man vergiftet sich ja auch nicht durch den Dampf, der von den kleinen Hg-Oberflächen ausgeschickt wird, mit denen man in wissenschaftlichen Laboratorien arbeitet. — Versuche in Fabrikräumen, in denen mit metallischem Quecksilber gearbeitet wird, können wir hier nicht anstellen. Hoffentlich wird von anderer Seite unser Erfahrungs-Material hierüber bald erweitert.

Nachtrag: Kurz sei noch bemerkt, dass in einzelnen Versuchen, besonders wenn die Luft sehr rasch gesaugt wurde, das in den weiter rückwärts gelegenen Röhrentheilen sich ansetzende HgJ_2 in der gelben Modification erschien. Da dieses weniger auffallend ist als die rothe Form, so empfiehlt sich auch aus dem Grunde das langsamere Saugen der Luft.





VERHANDLUNGEN
DER
PHYSIK.-MED. GESELLSCHAFT
ZU
WÜRZBURG.

N. F. XXXIII. Band. Nr. 2.

Jede Nummer ist auch als Sonderdruck zu erhöhtem Preise zu beziehen.
Preis des Jahrgangs Mk. 14.—. (Anzahl der Hefte verschieden.)

Inhalt:

Berichte über Arbeiten
aus dem
Pathologischen Institut
der
Universität Würzburg.

3. Folge.
(Wintersemester 1898/99.)
Mit Inhaltsverzeichnis.

Von

DR. MAX BORST
Privatdozent und erster Assistent des Instituts.



Stahel'sche Verlags-Anstalt in Würzburg
Königl. Hof- und Universitäts-Verlag
1899.

Die 1. und 2. Folge ist noch zu beziehen.



Berichte
über
Arbeiten aus dem pathologischen Institut der Universität Würzburg.

(Winter-Semester 1898/99.)

3. Folge (mit Inhaltsverzeichnis).

Von

Dr. MAX BORST

Privatdozent und erster Assistent des Instituts.

Hiermit folgt der dritte Bericht über die am Würzburger pathologischen Institut fertig gestellten Arbeiten. Ich habe mich diesmal grösstentheils auf einfache, objectiv gehaltene Referate beschränkt, da die meisten der mitzutheilenden Arbeiten unter der Leitung des Herrn Geheimrath Professor Dr. *von Rindfleisch* entstanden sind und vollendet wurden. Die wenigen Arbeiten, die auf meine Veranlassung und unter meiner Aufsicht angefertigt wurden, sind im Text eigens bezeichnet.

Würzburg, im October 1899.

I.

Brockmann: Ein Fall von abscedirender Pneumonie mit hochgradiger Phagocytose. Einem von *Zenker* beschriebenen Falle, welcher bis jetzt als einzig in seiner Art beobachteter in der Literatur verzeichnet steht, dürfte der von *Brockmann* veröffentlichte Fall von abscedirender Pneumonie mit hochgradiger Phagocytose an die Seite zu stellen sein.

Es handelte sich wie in dem Falle von *Zenker* um die Anwesenheit einer kolossalen Menge von Kokken, welche jedenfalls den ungünstigen Ausgang in Abscedirung veranlasst hatten. Weiterhin zeigten sich wie bei dem *Zenker*'schen Falle die Kokken in Zellen und zwar in Leukocyten eingeschlossen. Die Menge derselben war eine geradezu unglaubliche. Die mit Kokken bis zum Aeussersten angefüllten Leukocyten lagen theils in dichten Haufen an und über einander und so ganze Alveolen anfüllend, theils lagen sie in einzelnen Exemplaren im Gewebe zerstreut.

Fast alle Leukocyten waren in solchem Masse mit Kokken angefüllt, selten fand man einige, in denen sich nur einzelne Kokken befanden.

Ausser diesen in Zellen eingeschlossenen Kokken fanden sich noch ziemlich zahlreiche im Gewebe frei liegende, doch war ihre Menge im Vergleich zu den in Zellen eingeschlossenen immerhin eine verschwindend kleine.

Während aber in dem von *Zenker* beschriebenen Falle sämmtliche Kokken sowohl ihrem Verhalten in Reinkulturen, wie auch der genauen mikroskopischen Untersuchung nach als Pneumoniekokken sich erwiesen, ist es *Brockmann* trotz sorgfältigster Durchmusterung der Präparate mit Oel-Immersion nicht gelungen, nur einen einzigen Diplokokkus aufzufinden. Leider sind keine Kulturen angelegt worden, sodass eine Differenzierung etwaiger verschiedenartiger Kokken nicht möglich war; doch ist es jedenfalls sehr auffällig, dass bei einer so aussergewöhnlichen Menge von Bakterien, sich keine Diplokokken nachweisen liessen, und dieses um so mehr, da man doch in letzter Zeit der Wirksamkeit der Pneumoniekokken bei allen möglichen pathologischen Vorgängen einen beträchtlichen Anteil zuschreibt. Bemerkenswerth war bei genauer Betrachtung die verschiedene Grösse der einzelnen Individuen in den Zellenkolonieen. Man konnte Stellen finden, wo neben Kokken von beträchtlicher Grösse ganz ebenso gefärbte und geformte, aber bedeutend kleinere Kokken gefunden wurden. Dieses dürfte darauf hinweisen, dass ein rascher Verlauf der Theilung stattgefunden und zur Bildung von Tochterkokken geführt hat, und dürfte weiterhin die Vorstellung einer sehr schnellen Vermehrung, wie sie bei den Diplokokken so nahe liegt, auch hier in Anwendung bringen lassen.

Ein Umstand wäre noch besonders hervorzuheben, der in Bezug auf die *Metschnikoff*'sche Phagocytenlehre von Interesse sein dürfte. Verschiedene Male fanden sich Kokken in derselben Menge wie oben beschrieben und in einer Ausdehnung zusammen liegend, die ungefähr genau der Form und Grösse eines weissen Blutkörperchens entsprechend war. Während aber die übrigen Kokken offenbar in unversehrten Leukocyten eingeschlossen waren, erschienen diese letzteren wie von einem ganz matt blauen Schimmer umgeben, so dass sich die Ansicht aufdrängte, dass sich an diesen Stellen ein zu Grunde gegangenes weisses Blutkörperchen befinde, welches der Thätigkeit der

Kokken zum Opfer gefallen war. „Eine ähnliche Deutung werden wir auch bei anderen ähnlichen Vorgängen in Anwendung bringen müssen, so z. B. bei Pigmenthäufchen im Lungengewebe, welche oft ganz deutlich die Form einer runden oder sternförmigen Zelle erkennen lassen, während doch durch kein Mittel der Nachweis eines Kernes oder Protoplasmarestes gelingt. Auch von der Lepra wird ja berichtet, dass die meist in Zellen eingeschlossenen Bacillen schliesslich die Grenzen des Zellenleibes in Wucherung überschreiten und grosse runde Kolonien bilden, die nur ihren Ursprung in einer Zelle haben und nach gänzlichem Verbrauch des Zellenmaterials weiter wachsen."

Diese oben erwähnten, von einem blauen Schatten umgebenen Kokken zeigten nun keinerlei Formveränderung und hatten auch ihre Färbbarkeit vollkommen behalten, so dass doch anzunehmen war, dass sie vollkommen intakt geblieben sein mussten. Wenn man nun annehmen will, dass die weissen Blutkörperchen den Kampf mit den Kokken aggressiv unternommen hätten, so kann man ihnen in unserem Falle nur zugestehen, dass sie ihrer Aufgabe in hohem Masse gerecht zu werden suchten, dass es ihnen aber bei der kolossalen Menge von Kokken nicht gelungen war, diesen letzteren gegenüber die Oberhand zu gewinnen.

Nach der Ansicht *Metschnikoff*'s sollen nun aber doch die Kokken von den Phagocyten gefressen und getötet werden; da ist es doch merkwürdig, dass in jenen oben beschriebenen Fällen das Blutkörperchen zu Grunde geht, ohne dass die angegriffenen Kokken irgend welchen Schaden genommen haben.

Deutloff: Histologische Untersuchungen über interstitielle Pneumonie. *Deutloff* beschrieb einen Fall von interstitieller Pneumonie, der mit frischer, rein fibrinöser Entzündung der Lunge verknüpft war. Dadurch war es möglich, über die Form der Alveolarräume ein Urtheil zu gewinnen und sich zu überzeugen, dass durch interstitielle Pneumonie und durch die Zugwirkungen, welche das hyperplastische interstitielle Gewebe auf die anstossenden Lungentheile ausgeübt hatte, mannigfache Deformitäten erzeugt worden waren. Insbesondere sah man, dass die Alveolarräume in senkrechter Richtung auf die Bindegewebsbalken verzogen waren; andererseits konnte auch ein vikariirendes Emphysem nachgewiesen werden, welches in etwas grösserer Entfernung von den Bindegewebsbalken sich entwickelt hatte.

Die fibrinöse Exsudation war durch ihre grosse Ausbreitung bemerkenswerth; denn man fand sie nicht blos an den freien Flächen kleiner Bronchien, sondern auch in dem Bindegewebe, welches an die Alveolen anstiess, als ein Motiv für eine ganz erhebliche Schwellung dieses Gewebes. Dasselbe war nun ausserdem der Sitz einer chronisch entzündlichen Verdickung, welcher ja die oben beschriebene Verzerrung des Lungengewebes zugeschrieben wurde. Das anatomische Bild dieser Verdickung war das gewöhnliche einer marginalen kleinzelligen Infiltration, welche sich auf die benachbarten Alveolarsepta fortsetzte und dann zumeist eine Verkleinerung und Verödung der dicht anstossenden Alveolen nach sich zog. Diese Verödung war es, welche eine allmähliche Verkleinerung des gesammten Lungenparenchyms zur Folge hatte und welche in der Dissertation etwas genauer beschrieben ist.

Durch den Zug des hyperplastischen Bindegewebes in den Alveolarwandungen verkleinerte sich das Lumen der letzteren und wurde schliesslich flach gedrückt. Dann folgte eine Desquamation des Epithels; die Epithelzellen wurden spindelförmig und füllten das Lumen der Alveolen völlig aus. Darauf folgte eine Verklebung der Wandungen durch diese Zellen; das Ganze ging in die bindegewebige Organisation des anstossenden Septums über. Ob die Epithelzellen selbst dabei in irgend einer Weise verwendet wurden, blieb unentschieden.

Bemerkt sei noch, dass stellenweise das interstitielle Bindegewebe zu ganz erheblicher Mächtigkeit angeschwollen war, und kleine Läppchen der Lunge bereits vollständig, oder doch nahezu, zur Obliteration gebracht waren.

Karl Steiner: Zur Lehre von der Anthracosis pulmonum. In dieser Arbeit erfuhr die Lehre von den Folgen der Kohlenstaubinhalation eine kleine Erweiterung. Zunächst wurde an der Hand der Literatur die Frage erörtert, in welchen Beziehungen die Anthracosis pulmonum zu der meist vorhandenen chronischen Bronchitis und dem Emphysem stehe. Abgesehen von den hier klarer einzusehenden Relationen fand dann die von manchen Autoren behauptete, durch die Anthracosis angeblich geschaffene Disposition zur Pneumonie (insbesondere der croupösen Form) und zur Tuberculose nähere Besprechung. In dieser Frage ging aus dem bisher bekannt Ge-

wordenen hervor, dass die Ansicht von einer engen Beziehung der genannten Krankheiten wohl eine irrthümliche ist. Hat man ja doch geradezu, und nicht ohne guten Grund behauptet, dass bezüglich der Anthracosis eher ein Ausschliessungsverhältniss gegenüber der Tuberculose bestehe, zum mindesten aber ersterer nicht die Bedeutung eines irgendwie praedisponirenden Momentes für tuberculöse Erkrankungen zukomme. Gewiss sind die peribronchitischen Schwielenbildungen, die förmlichen Indurationen und chronischen bis zur Bildung von Cavernen fortschreitenden Eiterungen, wie sie gelegentlich bei hochgradigen Anthracosisfällen zur Beobachtung kommen, geeignet, eine Verwechslung mit den ähnlichen Producten der Tuberculose aufkommen zu lassen. Darauf mag wohl zum Theil der Irrthum zu beziehen sein, dass man engere Bande zwischen der Tuberkulose und der Anthracose der Lungen geknüpft hat. [Im Uebrigen möchte ich hier ganz kurz einschalten, dass ich bezüglich der schiefrigen Indurationen und umschriebenen Narbenbildungen in den Lungenspitzen, die ja gerade in unsern Gegenden einen so häufigen Befund bei Sectionen bilden, der Meinung bin, dass es sich hier nicht, wie öfter behauptet wird, ebenfalls um Effecte der Kohlenstaubinhalation handelt, vielmehr haben mich mehrjährige auf diesen Punkt gerichtete anatomische und vor allem mikroskopische Untersuchungen davon überzeugt, dass diese Spitzennarben fast durchweg eine abgelaufene tuberculöse Affection verrathen. (Ref.)]

Die von *Steiner* untersuchten Lungen zeigten die Kohlenstaubimprägnation besonders exquisit. Die ausgiebigen Schrumpfungsprocesse waren mit Ectasieen der Bronchen verbunden; verbreitete Indurationen fanden sich, auch kleinste Cavernen waren gebildet. Die histologische Untersuchung richtete ihr Augenmerk hauptsächlich auf einzelne bisher weniger der Detailbeobachtung unterworfene Punkte. Dahin gehört vor allen Dingen die Schwielenbildung und die völlige Obliteration des Lungengewebes und die Bildung eines schwarzen zur Necrose neigenden Lungenherdes. Der Untersuchung wird die Bemerkung vorausgeschickt, dass Verfasser, wie die meisten Autoren, der Ansicht ist, es handle sich bei der Bildung sog. Cavernen nur in den seltensten Fällen um tuberkulöse Cavernen. Die Einführung massenhafter Kohlentheilchen erzeugte in *Steiner*'s Falle einen chronischen Bronchialkatarrh und an geeigneten Punkten eine

Peribronchitis chronica, welche zu einer allgemeinen Bindegewebshypertrophie und zu herdweise stärkeren Anhäufungen von Bindegewebe, eben den erwähnten Indurationen, Veranlassung gab. Für diese indurativen Herde möchte Verfasser als lokalisirende Momente nach seinen Präparaten vorzüglich eine Verstopfung der Bronchen mit katarrhalischem Sekret und eine daher rührende Atelektase und konsecutive Hyperplasie des Gesammtbindegewebes ansprechen. Man konnte innerhalb dieser Indurationsherde vielfach in grossen Strecken das alveoläre Parenchym noch erhalten sehen und die Verödung der Alveolen bis zur Bildung von feinen Querspältchen verfolgen. Wo dieselben noch ein grösseres Lumen besassen, war dasselbe mit Zellen vollgepfropft, die nach dem Pigmentgehalt zu schliessen, Wanderzellen waren, die sich innerhalb der Saftspalten mit Kohlentheilchen beladen hatten und in dem Lumen der Alveolen zusammentreffend hier zur Ruhe kamen. An eine eigentliche entzündliche Exsudation möchte Verfasser nicht denken, obwohl eine äussere Aehnlichkeit mit einem entzündlichen Exsudat bestand, wie es durch Auswandern farbloser Blutkörper erzeugt wird.

Den Haupttheil der Schwiele bildete allerdings in allen Fällen das mächtig verdickte interstitielle Bindegewebe, welches als interlobuläres und peribronchiales bezeichnet zu werden pflegt. Bemerkenswerth war nun, dass in einzelnen Lufträumen grösseren und kleineren Kalibers sich vollkommen kohlschwarze Haufen vorfanden, die von der Wand durch eine lichte Furche abgegrenzt waren und sich so ausnahmen, als habe man einen ziemlich konsistenten Brei von Tusche in die Lumina hineingedrückt. Die Entstehung dieser Haufen liess sich kaum anders erklären, als dass immer neu zuwandernde Kohlenstaubzellen hier nachträglich abgestorben waren und ihr Pigment als ein unveränderliches Residuum zurückgelassen hatten, nachdem ihre eigenen Leiber sich nach und nach aufgelöst hatten. Ueberhaupt war die Frage wohl aufzuwerfen, ob nicht das gesammte, stärker anthrakotische Parenchym sich in einer sogenannten vita minor befand, veranlasst durch die fortgesetzt zunehmende Infiltration mit einem Stoffe, welcher zwar nicht direct schädlich, ja sogar bis zu einem gewissen Masse conservirend wirkte, aber doch, im Uebermass angehäuft, den regelmässigen Gang der Ernährung stören musste. So erklärte sich — und das ist der 2. Punkt, auf den *Steiner* recurrirte — dass das anthrakotische Parenchym stückweise

ganz ausser Ernährung trat und dann eine Ablösung des Toten von dem noch einigermassen Lebendigen erfolgte, die schliesslich zur Auflösung des Toten und zur Bildung von Cavernen Veranlassung gab. Diese ganzen Processe aber haben einen so glimpflichen, eigenartig milden Verlauf, weil die Anwesenheit von Kohle den Fäulnissprocess unmöglich macht, so dass nur noch auf die äussere Form die Bezeichnung von Caverne, Necrose, angewendet werden kann.

Bösch: Ein Fall von Osteosarkoma femoris mit Metastasenbildung in den Lungen. Bei der Obduction eines 17jährigen jungen Mannes fand sich der rechte Femur fast total sarkomatös degenerirt. Die Geschwulst durchsetzte vom oberen Drittel des Femur ab den ganzen Knochen und schien in ihrer Hauptmasse vom Periost auszugehen. Die Farbe der Geschwulst war weiss, die Consistenz weich. Im unteren Teile des Knochens war die ganze Markhöhle geschwulstig entartet. Die zahlreichen und grossen metastatischen Knoten in den Lungen enthielten viel knochenartiges Gewebe, so zwar, dass die Schnittfläche oft geradezu die Beschaffenheit reichen Bimsteines hatte. Einige junge Knoten zeigten myxomatöses Gewebe; stellenweise war die Menge des Schleimes so gross, dass die Geschwülste ganz gallertig aussahen. Auch im Mediastinum fanden sich Metastasen.

„Der Grund der grossen Mannigfaltigkeit der Befunde beim Osteosarkom dürfte wohl darin zu suchen sein, dass als Matrix jenes Bildungsgewebe in Anspruch genommen werden muss, welches die ernährenden Arterien des Knochens umgiebt, und aus dem einerseits das Knochenmark mit allen seinen Metaplasieen, andrerseits die Rinde des Knochens durch Vermittelung der periostalen Arterien hervorgeht. Das Knochenmark erzeugt rothes und fetthaltiges Mark, erzeugt aber auch, wie wir aus den Knochenbrüchen wissen, Callusknorpel, das heisst richtigen, jungen Knochen; das periostale Keimgewebe bringt direkt Knochenknorpel und echten Knochen hervor.“ Auf alle diese Gewebe müssen wir also bei einer Geschwulst gefasst sein, welche, sei es vom Knochenmark (myelogen) oder von der Cambiumschicht des Periosts, also periostal entsteht. Aber nicht bloss die Texturen der Gewebe im engeren Sinne des Wortes kommen in den Geschwulstmassen zum Ausdruck, sondern vor allem auch die so

eigenthümlichen Strukturformen, zu welchen mehrere dieser Gewebe zusammentreten, wiederholen sich in wechselnden Bildern, so zwar, dass wir oft Mühe genug haben, in den geschwulstmässig verzerrten Nachbildungen den normalen Typus wiederzuerkennen."

Die von *Bösch* beschriebene Geschwulst war ganz geeignet, diesen Lehrsatz durch mannigfaltige histologische Bilder zu illustriren. Vor allen Dingen waren es die Metastasen, welche sich in der Lunge gebildet hatten, die ganz verschieden von den sonstig vorkommenden sarkomatösen Metastasen eine ganze Fülle von Strukturbildern lieferten, die man gar nicht verstehen könnte, wenn man nicht wüsste, dass die Geschwulst eben die Metastase einer Knochengeschwulst war. Die Hauptmasse der metastasischen Lungengeschwülste erinnerte durch die Beschaffenheit ihrer Zellen und durch ihre Struktur ohne weiteres an das rothe Knochenmark. Man fand neben dem zierlichen Netzwerk der adenoiden Substanz, welches mit Rundzellen und Leukocyten gefüllt war, solche Stellen, an denen neben den Leukocyten rothe Blutkörperchen in grosser Menge vorhanden waren, wie sich für ein richtiges rothes Knochenmark gehört. Daneben fanden sich ferner die bekannten Lumina der venösen Hohlräume des Knochenmarkes mehr oder minder mit Blut gefüllt, oder auch mit einer klaren Flüssigkeit — Lymphe —, Verschiedenheiten, die bei der unordentlichen Nachbildung des Markes nicht sehr in das Gewicht fallen. Hauptsache war die Aussparung der Bluträume, welche eben charakteristisch für das Knochenmark ist. Das Knochenmark ist nun bekanntlich eingelagert in Knochenspangen und knöcherne Kapseln, die sich aus reinem Knochenknorpel entwickeln. Auch diese Spangen waren in unserer Nachbildung überall vorhanden. Sie waren im allgemeinen sehr dünn und mit faseriger Grundsubstanz versehen. Stellenweise aber hatte sich diese fasrige Grundsubstanz auch direkt in Knorpel und dieser wieder in Knochengewebe umgesetzt. So war also hier nicht bloss die gewöhnliche Rundzelle des Knochenmarkes, sondern die ganze Struktur desselben bis zu einem gewissen Maasse in der Nachbildung gegeben. Die kleinen und mittelgrossen metastasischen Geschwülste zeigten fast alle den eben geschilderten Typus. Dahingegen boten andere, namentlich grössere Geschwülste einen weiteren Fortschritt in der Entwickelung dar, indem zu reichlicher Ausbildung von richtigem Knochengewebe

geschritten wurde. In solchen Geschwülsten bemerkte man Blutgefässe, reich verästelt und die Geschwulst nach allen Seiten hin durchdringend und in Ernährungsterritorien eintheilend. Die Gefässe waren zunächst umgeben von Keimgewebe, wie das rothe Knochenmark ausgebildet, dann folgte meistens eine streifige Schicht, die andeutete, bis zu welchen Grenzen die Entwickelung von derberer Grundsubstanz schon vorgeschritten war, und endlich an der Grenze der Ernährungsterritorien ein Knochengewebe, welches allerdings mit normalem Knochengewebe nur eine entfernte Aehnlichkeit hatte und doch in seiner ganzen Anordnung um die Markräume die Schichte des Knochengewebes bedeuten sollte. Es war nun höchst interessant zu sehen, in wie mannigfaltiger Weise die verkalkte Grundsubstanz geformt und angeordnet erschien. Meist sah man ein zierliches Gitterwerk, welches aber doch, ähnlich der spongiösen Substanz, gewisse Hauptlamellen durch dichte Aneinanderfügung der Bälkchen in einzelnen Richtungen erzeugte. Diese Lamellen waren meistens konzentrisch um den centralen Markraum geschichtet und erinnerten an die normalen Lamellensysteme des Knochens. Im Uebrigen aber war diese Verdichtung und Verkalkung der Intercellularsubstanz vielmehr um die e i n z e l n e n Z e l l e n angeordnet, bildete um jede einzelne Zelle ein Körbchen oder ein Geflecht von oft sehr dünnen Bälkchen, so dass hier und da ganz isolirte Bruchstücke solchen Netzwerkes auftraten, oder diese wenigstens nur im losen Zusammenhange mit den Hauptzügen, welche die Grenzen der Ernährungsterritorien einhielten, standen. Man konnte auch, was bei normaler Knochenbildung durchaus ausgeschlossen ist, überaus feine verkalkte Bälkchen finden, die nadelartig in die Nachbarschaft ausstrahlten und sich darin verloren. „Es wäre vielleicht am Platze, diese Bildungen mit den bekannten Fasern zu vergleichen, welche man am normalen Knochen durch gewisse Macerationen darstellen kann; aber von irgend einem System war bei diesen geschwulstartigen Nachbildungen natürlich nicht die Rede.“ Da sich älteres Knochenmark bekanntlich auch in Fettmark umsetzt, so wäre es an sich nicht befremdlich, wenn man in unserer Geschwulst gelegentlich auch Fettgewebe abgelagert gefunden hätte. Indessen war es nicht gelungen, Fettgewebe anzutreffen, wohl aber, und zwar in schönster Ausbildung, S c h l e i m g e w e b e. Die Art der Zusammenfügung aller dieser Bildungen war nun so mannigfaltig, dass beinahe jedes Gesichtsfeld, welches

man durchmusterte, eine neue Varietät, teils von Knochen-, teils von Knorpel- oder medullarem Gewebe darbot, und kaum eine denkbare Verbindung derselben nicht vorhanden gewesen wäre. „Es wirft diese Geschwulst, wie nun ersichtlich ist, ein bedeutsames Licht auf die Lehre von der Metaplasie der Bindesubstanzen, wir sehen wieder, dass bei keinem Organ unseres Körpers metaplastische Vorgänge so reichlich vorkommen als am Knochen mit seinen Geschwülsten."

Loeser: Ein Fall von Epitheliom der Lunge nach Pneumonie. Im Anschluss an eine günstig verlaufene croupöse Pneumonie hatte sich in dem von *Loeser* beschriebenen Falle theils eine mehr diffuse Zunahme des Bindegewebes der betreffenden Lunge entwickelt, theils fanden sich zahlreiche Knötchen oder weissliche, mehr ausgebreitete Schwellungen, die bei der Section ebenfalls für Bindegewebsknötchen neuer Bildung in ihren verschiedenen Entwickelungsstadien angesehen wurden. Umsomehr war man überrascht durch den Befund einer ausgebreiteten Geschwulstbildung, die sich wie ein disseminirtes Endotheliom des Lungenbindegewebes und der Lymphgefässe der Lunge präsentirte.

Grössere weisse Knötchen, welche mehr flächenhafte Infiltrate der Pleura waren, stellten sich folgendermassen dar: die Pleuraoberfläche selbst war an der Stelle, wo die Pleura das Knötchen bedeckte, vollkommen glatt. Das Endothel war freilich theilweise abgefallen, doch liess sich keinerlei entzündliche Reizung an der Oberfläche entdecken. Die Wucherung begann erst hauptsächlich im subpleuralen Bindegewebe. Hier waren die vorhandenen Spalträume des Bindegewebes und die Lymphgefässe der Pleura ausgedehnt und diese Ausdehnung in jener charakteristischen Weise verzerrt, wie es meist bei den in den Lymphgefässen wuchernden Tumoren der Fall ist: nämlich im Allgemeinen zu länglichrunden Hohlräumen, welche von convex nach einwärts hervortretenden Seitenflächen begrenzt sind. So war ein Netzwerk geschaffen mit grossen Maschen und dieses Netzwerk ähnelte aufs Haar einem Krebsstroma. Die Zellen waren sammt und sonders kleine, der Wand aufsitzende Epithelzellen, die nur unter Berücksichtigung des Ortes und der Art der Entstehung als Abkömmlinge der Endothelzellen angesprochen werden konnten. Wo sich die Zellen von der Wand abgelöst hatten

erschien diese völlig nackt, ohne Ueberzug. Was die Form der Zellen betrifft, so herrschte die Cylinderzelle vor, welche, in palissadenartiger Anordnung senkrecht auf die Oberfläche der Wand postirt, einen continuirlichen Epithelüberzug darstellte. Primär fand man auch ein centrales Lumen, so dass man an ein Cylinderepitheliom der Schleimhäute erinnert wurde. So waren die weissen unter der Pleura liegenden Platten durchweg gebaut. Weiter einwärts fand man das ganze Lungenparenchym mit kleinen Knötchen derselben Art besetzt und man sah, dass es besonders die peribronchialen Bindegewebszüge waren, in denen die Wucherung Platz gegriffen hatte. Hier waren es die Lymphgefässe, die als die eigentlichen Träger der Erkrankung sich geltend machten, und je mehr man sich der Lungenwurzel näherte, desto mehr erinnerte der ganze Zustand an das mehrfach beschriebene peribronchitische Carcinom der Lunge und es stellte sich nun die Frage, ob man es mit einer wirklichen Endothelwucherung zu thun hatte, die sich an einen abgelaufenen Entzündungsprozess etwa angeschlossen hätte, und ob nicht die beschriebenen peribronchitischen Wucherungen eigentlich auch Lymphendotheliome waren. Umgekehrt konnte auch der Anspruch erhoben werden, dass sich eine wirkliche Carcinombildung an den abgelaufenen Entzündungsprozess angeschlossen haben möchte. „Wissen wir doch, dass bei allen Entzündungen der Lunge besonders in späteren Stadien der Heilung eine reichliche Epithelregeneration statt hat; somit wäre es denkbar, dass diese an der Oberfläche der Alveolen durch einen Wachsthumsexcess in Carcinombildung umschlagen kann.“ Betrachtete man das Alveolarepithel genauer, so fand man in der That recht häufig an der Oberfläche der Alveolen Nester und Flecken von Epithelzellen, die den in den Lymphspalten steckenden Zellen überaus ähnlich waren. Diese oberflächliche und — sit venia verbo — regenerative Epithelwucherung füllte die Alveolen nicht aus, wie die Lymphspalten durch die Zellen der Geschwulst vollständig ausgefüllt wurden, aber die grosse Aehnlichkeit der gewucherten Zellen liess sich kaum verkennen. *Loeser* liess es schliesslich unentschieden, ob ein primäres Endotheliom vorlag, oder ob man es mit einer Wucherung zu thun hatte, welche primär von den Epithelzellen der regenerirenden Lungenoberfläche ausging.

II.

Nicolai: Beziehungen der Scrophulose zur Tuberculose. *Nicolai* untersuchte eine käsig-scrophulöse Drüse des Halses mit besonderer Berücksichtigung ihres Gehaltes an Tuberkelbacillen. Das histologische Bild entsprach völlig dem einer echten tuberculösen Entartung: Conglomerate von miliaren Tuberkeln im Zustande fortgeschrittener regressiver Metamorphose fanden sich; ferner traf man eine Art von beginnender Organisation der verkästen Substanz. Die z. T. sehr typischen Riesenzellen zerfielen oft in der Weise, dass einzelne Kerne oder auch einige kleine Gruppen derselben sich mit einem Theil des Protoplasmas abgesondert hatten und der Auflösung, beziehungsweise Necrose, der auch die epitheloiden Zellen reichlich anheimfielen, entgegen gingen. Zwischen den einzelnen miliaren Tuberkeln fand sich überall kleinzelliges Bindegewebe, dessen Kerne sich lebhaft tingirt hatten und das an einzelnen Stellen weite blutführende Gefässe enthielt. Besonders reichlich war dieses Granulationsgewebe an der Peripherie der Drüse vorhanden. Eine eigentlich scharf abgegrenzte Kapsel war nicht mehr nachzuweisen; nur stellenweise fand sich im Granulationsgewebe eine stärkere Grundsubstanz.

„Mit diesem Befunde löste sich beiläufig die Frage von der Aufblähung der Kapsel bei so kolossalen Intumescenzen, wie sie namentlich scrophulöse Drüsen oft zeigen. Das überwuchernde Granulationsgewebe erhält also längs der äusseren Begrenzung eine gewisse Resistenz durch die Abscheidung einer gewissen Menge fester Intercellularsubstanz, welche aber nicht einmal faserig wird und bei weiterer Ausdehnung der Wucherung ohne weiteres nachgeben kann.“

Die Suche nach Tuberkelbacillen blieb trotz Anwendung der verschiedensten Methoden lange erfolglos. Als die Arbeit schon abgeschlossen war und man mit Rücksicht auf den negativen Befund von Tuberkelbacillen darauf hinzuweisen sich berechtigt fühlte, dass man vorsichtig sein soll, eine Drüse für rein scrophulös anzusprechen, weil man in ihr keine Tuberkelbacillen fand, und weiters betont hatte, dass trotz des negativen Bacillenbefundes dennoch an der wahren Tuberkulose der „scrophulösen“ Drüse nicht gezweifelt werden dürfe, gelang es schliesslich doch noch mittels besonders subtiler Technik die Bacillen in den Knötchen darzustellen.

Hahne: Struma carcinomatosa mit Metastasen in der Lunge. *Hahne* beschrieb eine bösartige metastasirende Schilddrüsengeschwulst bei einer 88jährigen Frau: Die klinischen Verhältnisse des Falles lagen einfach und nicht so ungewöhnlich; die histologischen Veränderungen jedoch boten manches recht Interessante dar, so dass schon allein desswegen der Fall einer besonderen Publikation würdig erschien.

Am wenigsten von den im Allgemeinen über die Carcinome der Schilddrüse geltenden Anschauungen abweichend war der Befund an der Muttergeschwulst. Im einzelnen bemerkenswerth war hier der verschiedene Grad der epithelialen Degeneration. Man konnte alle Uebergänge von einzelnen, oft ganz zerstreut liegenden normalen Acinis der Schilddrüse durch ein Stadium von Cylinderepitheliom hindurch zur vollständig atypischen Zellennesterbildung beobachten. Der Uebergang des Thyreoidalfollikels in Cylinderepitheliom wurde in der Weise vermittelt, dass die dem Bindegewebe aufsitzenden Follikelzellen sich in die Länge streckten, sich durch Teilung vermehrten und zuletzt eine charakteristische Lage von Cylinderepithelien bildeten, welche, von Bindegewebsleistchen getragen, in das Lumen des Follikels vorsprangen. Bei der weiteren Entartung füllte sich alles gleichmässig mit verhältnismässig kleinen, in der Form mannigfaltigen Epithelzellen an, und die cylinderepitheliale Anordnung verwischte sich mehr und mehr. Andrerseits war es bemerkenswerth, dass auch die atypischen Zellwucherungen, welche in dicke, schwielige Bindegewebsmassen eingebettet waren, hie und da zur Ausbildung einer, wenn auch unvollkommenen Follikelanlage schritten, die kleine Tropfen von Colloidsubstanz in ihrer Mitte enthalten konnte. Die erwähnten schwieligen Bindegewebsmassen verdankten ihre Entstehung einer ungewöhnlich starken reaktiven Entzündung, welche wohl von der Kapsel der glandula thyreoidea ursprünglich ausgegangen war.

Bezüglich der Metastasen wäre zunächst von den Lymphdrüsen mitzutheilen, „dass sich an ihnen wieder das alte Gesetz bewährte, wonach alle Neubildungen in den Lymphdrüsen einen so vorzüglichen Nährboden finden und bei der grossen Weichheit und Nachgiebigkeit des Terrains sich räumlich nach allen Richtungen entwickeln können, so dass man in diesen Metastasen den eigenen histologischen Charakter der Geschwulst viel treuer ausgeprägt findet als an der Primärgeschwulst.“ Hier erschien das

Carcinom als ein überaus zellenreicher, epithelialer Tumor, der von Blutgefässen durchzogen war, so zwar, dass auf der Wand der Capillaren zunächst senkrecht eine Schicht von Cylinderzellen aufsass, über welche sich weitere Schichten polymorpher Zellen erhoben, die schliesslich alle Zwischenräume ausfüllten. So entstand eine Struktur, welche der Struktur der Leber vergleichbar wäre, indem ein Capillarnetz und ein dickbalkiges Epithelnetz sich in den gegebenen Raum theilten.

Recht interessant war der Befund an einem vom Carcinom thrombosierten Blutgefässe. Es war hier beinahe unmöglich, die mannigfaltigen Strukturen zu schildern, welche durch die Vermischung fibrinöser Gerinnsel mit den auf der Wanderung begriffenen und dann festen Fuss fassenden und weiter wuchernden Carcinomzellen gebildet wurden. Namentlich imponierte eine periphere Lage des Thrombus, welche wohl den zuletzt noch offen gewesenen Rest des Lumens occupierte: „Da waren mässig breite Balken von Fibrin zu sehen, welche den Raum durchspannten; und nun war dieses Gebälk überall bekleidet von angesiedelten kleinen Epithelzellen, die die freien Oberflächen überzogen hatten, indem sie offenbar dem ihnen inne wohnenden Trieb zur Bekleidung anstossender freier Flächen folgten.“

Hinsichtlich der Metastasenbildung in der Lunge konnte man auf den ersten Blick recht in Zweifel gerathen, ob man es wirklich mit einer metastatischen Epitheliombildung und nicht vielmehr mit einer vorgeschrittenen catarrhalischen Pneumonie zu thun hätte. Wie aber der metastatische Tumor als ein scharf umschriebenes, erbsengrosses Knötchen schon makroskopisch deutlich hervortrat, so liess sich auch am mikroskopischen Durchschnitt, namentlich bei schwacher Vergrösserung die Grenze des Tumors recht wohl erkennen. Es war namentlich eine Verdickung des umgebenden Bindegewebes und auch der durchziehenden Bindegewebsbalken vorhanden, an welcher man die Grenze der Geschwulst bestimmen konnte. Viel schwerer war es, dem Parenchym des Tumors die Merkmale der geschwulstmässigen Neubildung anzusehen. Es war nämlich eine Eintheilung in Alveolen vorhanden, welche der alveolären Eintheilung der Lunge so ähnlich schien, dass man namentlich an den Grenzen gegen das Gesunde hin die Krebsalveolen von den Lungenalveolen nur schwer unterschied. Die Krebsalveolen waren mit einem überaus dicken Epithelbelage versehen. Viele waren mit Epithelzellen

ganz gefüllt. Der Inhalt war bei der Präparation wohl zum Theil herausgefallen. Um so mehr ähnelte die Krebsalveole einer Lungenalveole. Ein bemerkenswerther Unterschied aber fand sich, wenn man die Grenze des Epithels gegen das Bindegewebe in's Auge fasste: hier leitete das nesterweise Vordringen der epithelialen Wucherung in die Bindegewebsbalken zur richtigen Unterscheidung.

Was die Frage des Transports und der Ansiedelung in der Lunge betrifft, so waren wohl unzweifelhaft Embolieen der Lungenarterien anzunehmen; wenigstens fanden sich inmitten breiter Bindegewebssepta Gefässe, die mit Krebsmasse gefüllt waren. Andrerseits waren Lymphgefässe, mit Krebszellen gefüllt, überall nachzuweisen, sodass auch hier für eine weitere Verbreitung der Geschwulst gesorgt war und die Frage aufgeworfen werden konnte, ob nicht die metastatischen Erkrankungen der Lymphdrüsen an der Lungenwurzel von den metastatischen Erkrankungen der Lunge her eingeleitet sein dürften.

Goller: Ueber einen Fall von congenitalem reinen Sarcom der Parotis. Reine Sarcome der Parotis gehören zu den Seltenheiten. Angeborene reine Sarcome der Ohrspeicheldrüse findet man in der Literatur zwar mehrfach erwähnt, jedoch sind die histologischen Untersuchungen meist knapp oder mangelhaft oder ganz fehlend. Diese Sachlage liess die Publikation eines congenitalen einfachen Sarcoms der genannten Drüse berechtigt erscheinen.

Die von *Goller* beschriebene Geschwulst stammte aus der Bockenheimerschen Klinik in Frankfurt a. M. Bei der kleinen Patientin, von welcher der Tumor herrührte, wurde gleich nach der Geburt vor dem rechten Ohr anfangs einer, später zwei rothe, stecknadelkopfgrosse Flecken bemerkt, die ständig wuchsen und nach 6 Monaten ungefähr die Grösse einer Linse erreicht hatten. Ein zu Rathe gezogener Arzt brannte die kleine Geschwulst zu wiederholten Malen mit dem Paquelin ab, was jedoch keinen Erfolg hatte und die Geschwulst in ihrem Wachsthum nicht aufhielt. Bei der Aufnahme in die Klinik zeigte sich eine ungefähr zweimarkstückgrosse Geschwulst in der Gegend vor dem rechten Ohr, mit der Parotis zusammenhängend und nach unten an den Hals hängend. Die Geschwulst war stark geröthet, stellenweise zerklüftet und mit Schorf belegt.

Nach Entfernung der Geschwulst sah man unmittelbar vor sich die Carotis, bis an welche die Geschwulst gereicht hatte. Die Heilung ging glatt von statten und hat bis auf den heutigen Tag angehalten. Ein durch den Tumor gelegter Sagittalschnitt zeigte ein Gewebe von mässig weicher Konsistenz, das aus einzelnen theils confluirenden, theils noch isolirten kleinen Knollen bestand. Mikroskopisch konnte kein Zweifel sein, dass es sich um ein richtiges Sarcom handelte; die wohl unterscheidbare eigentliche Geschwulstmasse war durchweg ein kleinzelliges Spindelzellengewebe, bestand also aus verhältnissmässig kurzen spindelförmigen Elementen, die dicht aneinander gedrängte Fascikel bildeten, welche in ihrem Verlaufe durch zwischen ihnen eingelagerte Blutgefässe und Drüsenausführungsgänge bestimmt wurden. Das sarcomatöse Parenchym zerfiel, nachdem die Geschwulstmasse ihre volle Entwicklungshöhe erreicht hatte, in rundliche oder auch länglich runde, im Querschnitt oft mehr flaschen- oder birnenförmige Läppchen, welche durch verhältnissmässig breite Bindegewebssepta getrennt, respektive zusammengehalten wurden. Es gab Läppchen dieser Art, welche man sofort als Aequivalente von Läppchen der normalen Parotis hätte ansprechen mögen, weil man wie in der normalen Parotis die gestreckt verlaufenden Ausführungsgänge in einer annähernd gleichmässigen Vertheilung darin antraf. Untersuchte man diese Ausführungsgänge genau, so fand man sie bestehend aus einer homogenen Grenzschicht und aus Cylinderepithel, welches letztere die innere Oberfläche der Kanälchen bekleidete. Das Cylinderepithel war wenigstens in den grösseren Kanälchen gut erkennbar, in den kleineren Kanälchen machte es einem mehr kubischen Epithel Platz, welches aber auch nur einschichtig erschien. An ihren letzten Enden gingen die Ausführungsgänge in kleine Drüsenbläschen über, die aber, auch nur mit dem einfachen kubischen Epithel ausgekleidet, wenig zahlreich waren und sich nur mehr als die kleinen kolbigen Enden der Ausführungsgänge darstellten. Durch weiteres Wachsthum hätten sich diese kolbigen Enden zu den richtigen Drüsenacinis entwickeln sollen, man konnte sie als rudimentäre Drüsenacini bezeichnen. Was aber diese Entwicklung gehindert hatte, war eben die Entstehung des Sarcomgewebes, welches in breiten Massen sich zwischen diese Enden und zwischen die umschliessenden Bindegewebshüllen des gesamten Lappens eingeschoben hatte. Dies war der erste und Haupteindruck, den die histologische Unter-

suchung hinterliess, dass nämlich die Entwicklung des Sarcomgewebes den Entfaltungsprocess des Drüsenparenchyms an den einzelnen Acinis gehemmt und unmöglich gemacht hatte. Nun muss freilich nachgetragen werden, dass dieser Process in den verschiedenen Läppchen in recht verschiedener Weise zum Vorschein gekommen war. Es gab Querschnitte von Läppchen, an denen nur ganz vereinzelte Ausführungsgänge mit Rudimenten von Acinis vorkamen, andere, wo nicht ein einziger Ausführungsgang zu sehen war, und wo man dann annehmen musste, dass die Masse des Sarcomgewebes so gross war, um gerade hier das ganze Gesichtsfeld zu beherrschen. Ferner überzeugte man sich, dass nicht nur das Drüsenparenchym, sondern auch das Zwischendrüsengewebe im weiteren und weitesten Sinne des Wortes an der Sarcombildung Antheil genommen hatte. So sah man hie und da Querschnitte der breitesten Bindegewebssepta sarcomatös infiltrirt und die Sarcomzellen in immer breiter werdenden Reihen zwischen den Bindegewebszellen angeordnet. So geschah es namentlich in der Umgebung der Blutgefässe grösseren Kalibers. Was das Verhalten der Blutgefässe anlangt, so konnte man folgendes konstatiren: die Arterienquerschnitte zeigten eine enorm verdickte Wand, die Muscularis war sehr dick und ringförmig zusammengezogen, die Intima aber sehr zellenreich und in Längsfalten gelegt, welche am Querschnitt der Lumina vorspringende, wellenbergartige Erhebungen darstellten, die dann wieder entsprechende Wellenthäler zwischen sich liegen liessen. Das ist aber durchaus der Eindruck, den die Arterien in kavernösen Geschwülsten darzubieten pflegen. Ja, es gab Stellen, an denen man Arterien auf längere Strecken hin verlaufen sah, wo sie dann gewunden und fast korkzieherartig gedreht erschienen. Das deutete darauf hin, dass diese Gefässe im Zustande der vollkommenen Ausdehnung ein enormes Kaliber besessen hatten und erinnerte an die Arteriae helicinae corporum cavernosorum. Umgekehrt zeigten die Venen weit offene Lumina, dünne Wandungen aus Bindegewebe, fast ohne Muskularis gebildet, und dieses Bindegewebe sogar ohne jede Grenze in das Bindegewebe der Nachbarschaft übergehend: wiederum ein Verhalten, welches bei den cavernösen Geschwülsten beobachtet wird, und welches veranlasste, die nahe Verwandtschaft unserer Geschwulst mit den Feuermalen, mit cavernösen Geschwülsten überhaupt, zu betonen. Man würde also die Geschwulst als ein

Sarcoma teleangiektodes zu bezeichnen haben. Es kam ihr aber noch eine andere Bezeichnung zu, nämlich die Bezeichnung pigmentatum. Die ganze Geschwulst war thatsächlich an vielen Orten durch ein schwarzes Pigment charakterisirt, welches namentlich an der Innenfläche der Blutgefässe abgelagert war. Es waren schwarze Pigmentkörperchen, die hier die Endothelzellen zu füllen schienen, die aber auch sonst reichlich im Parenchym vertheilt waren. Woher dieses Pigment stammte, war schwer zu sagen, weil die ganze Anordnung von der Anordnung in schwarzen Geschwülsten abwich, und eigentliche Pigmentzellen im Sinne des Pigmentsarkoms nicht zu finden waren. Man sah vielfach braune schalenartige Bildungen, wie geknitterte Lamellen, und daneben ganz feine Körnchen, so dass geradezu der Verdacht entstehen musste, als seien alle diese braunen Körperchen etwa bei der Cauterisation der Geschwulst entstanden und mithin als Kohle verschiedener Verteilung anzusehen. Es war dann immer noch die ausserordentlich isolirte und tief in das Gewebe hineingehende Verbrennung einzelner Gewebsbestandtheile, namentlich der Blutgefässe auffallend. Andererseits waren alle diese Gefässe, welche schwarze Wände hatten, mit ebenfalls sehr braungefärbten Blutkörperchen gefüllt, so dass also die Meinung wohl richtig gehend sein dürfte, dass die Blutgefässe und das Blut den oberflächlichen Verbrennungsprocess mehr in die Tiefe geleitet hätten.

Blendinger: Enchondroma endotheliodes der Glandula submaxillaris. Die Chondrome der Parotis arten bekanntlich mit Vorliebe in Endothelsarkome aus, während die Knorpelgeschwülste der Glandula submaxillaris in der Regel aus einem einzigen, in allen Theilen der Geschwulst gleichartigen Knorpelgewebe bestehen. Ein von *Blendinger* mitgetheilter Fall von hyalinknorpeligem, etwa haselnussgrossem Chondrom, das in der Mitte der Glandula submaxillaris sass, liess jedoch bei der mikroscopischen Untersuchung bald erkennen, dass hier ausnahmsweise auch eine Umwandlung der Geschwulst und zwar im Sinne einer endothelialen Durchwucherung eingeleitet und stellenweise durchgeführt war.

Das Detail dieser Durchwucherung nun war von ganz hervorragendem allgemein biologischem Interesse, da es auf das Deutlichste den sehr umständlichen, aber recht klar durchgeführten Process der Knorpelkanalisation zeigte, welcher auch imstande

war, ein Licht auf die physiologischen Ernährungswege des Knorpels zu werfen. Der gesammte Process gestaltete sich nun folgendermassen:

Ging man von der möglichst intakten hyalinen Knorpelsubstanz aus, so fand man darin die gewöhnlichen Knorpelzellen in ihrer Kapsel angeordnet und noch wenig oder keine Andeutung einer Veränderung in dem angegebenen Sinn. Nun traten aber Zerfaserungen des Knorpels ein, welche die einzelnen Zellterritorien ringförmig umgingen und schliesslich ein System von Saftbahnen bildeten, die nach aussen hin mit immer breiter werdenden Lückensystemen zusammenhingen. In diesen Lücken erschien nun eine endotheliale Wucherung zunächst in einzelnen vorgeschobenen Zellen, die sich mit ihrem dunkelgefärbten Kern und langgestreckten Zellleib allgemein wie Spindelzellen eines Sarkoms ausnahmen. Indessen zeigte eine genauere Untersuchung, dass die Spindelform nur der optische Ausdruck einer auf die Kante gestellten platten Zelle war, wodurch leicht eine Verwechslung mit Spindelzellensarkom hätte eintreten können. Erst in grösseren Nestern, welche sich am Rande der Geschwulst in breiten Gewebslücken vorfanden, kamen neben den platten Zellen wirkliche Züge von Spindelzellen zur Beobachtung. Aus alledem ergab sich, dass der Tumor in seinem knorpeligen Bestand durch die endotheliale Wucherung angegriffen wurde, dass er durch dieselbe in grössere Lappen und Läppchen zerlegt wurde, und dass diese Zerlegung ihr Vorspiel erhielt durch die zuerst erwähnte pericelluläre Canalisierung der Grundsubstanz. Die Wucherung ging wesentlich von der Peripherie der Geschwulst aus, wo sie sich unter Abhebung der ziemlich derben bindegewebigen Hülle des Tumors entwickelte, und durfte man diese Hülle als die ursprüngliche Hülle des Tumors, mithin als eine Art Perichondrium desselben bezeichnen; so wäre denn eine subperichondrale Endothelwucherung als das Wesentliche der eingeleiteten Umwandlung des Tumors anzusprechen.

Nebenbei sind noch einige histologische Facta zu erwähnen, welche die Metaplasie des pathologischen Knorpelgewebes recht schön demonstrirten. So war insbesondere an den durch die Kanalisirung isolirten Knorpelzellen ein Auswachsen der Knorpelhöhle in feinere Fortsätze zu beobachten, welche die Grundsubstanz durchbrachen, um sich zuletzt mit der peripherischen Auffaserung

zu vereinigen. Diese Kanalisation des Zellenterritoriums im Innern kam der äusseren Kanalisation entgegen, bot ihr die Hand und vollendete eine überaus vollkommene und reichliche Durchströmbarkeit des Knorpels mit Ernährungsflüssigkeit. Ein solches Gewebe gewann dann eine grosse Aehnlichkeit mit Schleimgewebe, und es sei erwähnt, dass wirklich stellenweise der Tumor durchaus die Beschaffenheit von Schleimgewebe besass, also eine Metaplasie in Schleimgewebe erfahren hatte. Eine wichtige Frage war noch zu beantworten, nämlich von welchen Kanälchen diese Kanalisirung des Knorpels ausging, von den Blut- oder Lymphgefässen. Diese Frage liess sich nicht mit Sicherheit und auch nur auf Umwegen durch Vergleichung der verschiedensten Stellen der Geschwulst beantworten.

An einer Stelle waren ganz unzweifelhafte Blutgefässe in Form von sehr weiten, endothelbelegten Capillaren vorhanden, dieselben erschienen von einem Mantel von weichem Bindegewebe umgeben und durchbrachen den Knorpel in ähnlicher Weise, wie die Markräume des Knochens die Gelenkknorpel bei dem enchondralen Knochenwachsthum. Andererseits war aber eine nähere Beziehung dieser Kanäle zu der endothelialen Wucherung nicht nachweisbar, und de Form der ausgebildeten Endothelzellennester erinnerte sehr auffallend an die charakteristischen Contouren der Lymphgefässe, so dass man wohl im ganzen das Richtige traf, wenn man auch in dem mitgetheilten Fall die Endothelwucherung von den Lymphgefässen ableitete.

III.

*Schünemann: Ein Fall von Pericarditis und Mediastinitis syphilitica. Ein seltener Fall von derb schwieliger Umwandlung des ganzen Mediastinums und des Pericardialsackes von beinahe geschwulstartigem Umfang bildete die Grundlage der von *Schünemann* veröffentlichten Untersuchung. Bei der Section fand sich eine Obliteration des Herzbeutels und eine Metamorphose der beiden verwachsenen Pericardialblätter zu einer stellenweise 2 cm dicken, derben, weissen Schwiele; in diese waren reichlich Knoten und Knötchen aus concentrisch angeordnetem Bindegewebe eingelagert, die da und dort im Centrum unregelmässige, weissgelbe, aber consistente Nekrosen eingegangen waren. Das ganze Mediastinum war in eine ähnlich beschaffene Fasermasse aufgegangen, die die grossen Gefäss-

stämme und die beiden Lungenwurzeln kräftig umfasste und hier zu mannigfachen Beengungen Veranlassung gegeben hatte. Im Herzfleisch fand sich eine diffuse interstitielle Neubildung ohne eigentliche Knotenbildung.

Unter dem Mikroskop war folgendes zu beobachten:

Die Muskelkörperchen des Herzmuskels bezw. deren Kerne zeichneten sich durch eine stellenweise recht beträchtliche Grösse aus, so dass an regenerative Vorgänge gedacht wurde. Das Bindegewebe zwischen den Muskelfasern war entschieden gegenüber der Norm vermehrt, und zwar durfte von einer ganz diffusen generellen Hyperplasie des intermusculären Stützgerüstes gesprochen werden. Ausserdem fanden sich circumscripte Wucherungen dieses Bindegewebes, die an die Gefässe sich hielten, und die bald als Heerde von spindelzellenreichem Fasergewebe imponierten, bald circumscripte perivasculäre Rundzelleninfiltrationen von beträchtlicher Dichtigkeit darstellten, bald waren beide Prozesse (Schwielenbildung und frische Rundzelleninfiltration) mit einander combinirt. Je mehr man sich der mächtigen pericardialen Schwiele näherte, desto reichlicher wurden die ebenerwähnten entzündlichen Prozesse zwischen den Muskelfasern. An der Grenze zwischen Muskelwand und den zu einer einzigen Schwiele verschmolzenen Pericardialblättern waren sie am allerstärksten ausgesprochen, und hier fanden sich oft ganz beträchtliche, fast wie Abscesse imponirende Anhäufungen von Rundzellen, von deren Umgebung eine mehr streifige Infiltration des Gewebes ausging. Gerade an der Grenze zwischen Pericard und Herzmuskel war auch wieder die Abwechslung zwischen älteren und frischen Prozessen und ihre mannigfache Combination besonders ausgesprochen. So fanden sich Heerde aus dichtgedrängten grossen Fibroblasten bestehend, streifig in die Umgebung übergreifend und sich in derselben verlierend, daneben Bezirke, die sich aus einer dichten Rundzellenanhäufung zusammensetzten, und wiederum Stellen, in welchen eine ältere Schwiele von kleinen lymphoiden Rundzellen in verschiedener Reichlichkeit durchsetzt war. Dabei trat eine, besonders an den Rundzelleninfiltrationen überall deutliche perivasculäre Anordnung hervor. Was die pericardiale Schwiele selbst betrifft, so bestand sie weitaus zum grössten Theil aus einem derben Fasergewebe, das reichlich helle, spindelige Kerne enthielt. Die Fasermassen waren zu parallelen Zügen geordnet, welch' letztere

sich gegenseitig verflochten. Während auf der einen Seite alle Uebergänge sich fanden zu einem kernarmen, schwieligen, sogenannten sklerotischen Bindegewebe, traf man auf der andern Seite alle Zwischenformen bis zu Anhäufungen eines grosszelligen Granulationsgewebes, dessen Beziehungen zu den Gefässen hier wieder deutlich waren. Die Zellen dieses Granulationsgewebes glichen fast Epithelzellen, beziehungsweise waren sie zum mindesten als epitheloide Elemente zu bezeichnen.

Wo sich gelegentlich grössere Gefässe zwischen der pericardialen Schwiele und dem Herzmuskel befanden, erschienen sie in ihrer Wandung bedeutend verdickt und in ihrem Lumen verengt. Der sklerotische Process, der sich wie im Pericard auch im Mediastinum entwickelt hatte, war hier in den letzten Resten des vorhandenen Fettgewebes in seiner Entwicklung gut zu verfolgen. Wo dieses mediastinale Fettgewebe noch reichlicher vorhanden war, da war es nicht nur von breiteren Bindegewebszügen, welche reichlich Blutgefässe führten, durchsetzt, sondern es fanden sich auch wieder die mehrfach erwähnten perivaskulären Rundzellenherde. Man sah hier, wie mit zunehmender Verbreiterung des netzförmigen Stützgerüstes der Raum für die Fettzellen mehr und mehr verengt wurde und verödete.

Nicht unerwähnt darf bleiben, dass innerhalb des vorhin erwähnten epitheloiden Granulationsgewebes sich auch Riesenzellen fanden. Diese Riesenzellen zeigten jedoch durchweg nicht den Typus der bei tuberkulösen Processen auftretenden Formen. Die Stellen, an welchen schon makroskopisch das Vorhandensein regressiver Metamorphosen konstatirt werden konnte, und die, nebenbei gesagt, auch in mikroskopisch kleiner Ausdehnung vorkamen, waren an den Präparaten ohne Weiteres an der mangelnden Kernfärbung erkennbar; und, da sich Uebergänge fanden von den allerdichtesten sklerotischen und kernarmen Heerden zu den, einen beginnenden Zerfall darbietenden Stellen, hatte es den Anschein, als ob der besagte Zerfall gerade in den dichten Sklerosen vor allem sich entwickelte.

Es muss angeführt werden, dass gar nicht selten solche sklerotische Bezirke einen deutlich umschriebenen Charakter aufwiesen, so dass sie wie circumscripte kleine Fibrombildungen innerhalb der allgemeinen Fasermasse erschienen, und wenn man in solchen sklerotischen Knoten obendrein die centralen Partieen im Zerfall begriffen fand, so war in der That die Aehnlichkeit

mit einem Gumma gross. Was die Art des Zerfalls betrifft, so ging die starre, glänzende, kernarme Fasermasse allmählich in einen körnigen Detritus über, in dem sich Reste von Kernen fanden, und zwar geschah die Auflösung in der Weise, dass man die körnigen Massen immer reichlicher zwischen noch erhaltenem faserigem Gewebe eingelagert fand, bis schliesslich von letzterem keine Ueberreste mehr sichtbar waren. Auf diese Weise trat in den Bezirken partiellen Zerfalls ein netzartiges Gefüge hervor, indem zwischen die mehr weniger breiten Balken des sklerotischen Gewebes vielgestaltige Inseln körniger Degeneration eingelagert waren. Um falschen Auffassungen vorzubeugen, sei bemerkt, dass der erwähnte Zerfall sich nicht nur an den gummaähnlichen circumscripten Bildungen vorfand, sondern sich auch in unregelmässiger Anordnung im Bereich der ganzen das Herz umhüllenden Schwiele zerstreut nachweisen liess. In allen Teilen verhielt sich die beobachtete Schwiele gleich; es wäre nur nachzutragen, dass an verschiedenen Stellen in wechselnder Reichlichkeit ein gelbbraunes körniges Pigment, grösstentheils an spindelige Zellen gebunden, auftrat. Weiterhin wäre noch eines Befundes zu gedenken, der da und dort an solchen Stellen zu erheben war, wo zwischen den Faserbündeln weite Spalten von Lymphgefässen klafften; hier waren letztere von einem kontinuirlichen, einschichtigen, niedrig-kubischen Epithel ausgekleidet, für dessen Bildung man einerseits das Endothel dieser Lymphspalten verantwortlich machen konnte, andererseits aber auch verlagertes Pericardialendothel zur Erklärung heranziehen durfte. Dieser Befund war jedoch nur selten zu erheben.

Um einer etwaigen bakteriellen Aetiologie in unserem Falle näher zu kommen, wurde eine Reihe von Färbungen auf Mikroorganismen vorgenommen. Die Bazillensuche fiel aber negativ aus.

Mit Rücksicht auf den vorliegenden mikroskopischen Befund dürfte man wohl kaum auf Widerspruch stossen, wenn man diesem seltenen Falle von schwieliger Pericardio-Mediastinitis einen spezifisch luetischen Charakter zuschreiben möchte. Die Krankengeschichte sprach jedenfalls nicht gegen eine solche Annahme.

IV.

Bosse: Ein besonderer Fall von Magenverätzung durch Schwefelsäure. *Bosse* beschrieb einen Fall von

Schwefelsäureverätzung des Magens, der in klinischer Beziehung insofern Besonderes darbot, als der zu dem 45 jährigen Patienten gerufene Arzt denselben zunächst in völlig unbedenklichem Zustand angetroffen hatte. Plötzlich wurden die Pupillen des Mannes weit, der Puls setzte aus, und ohne irgend welche besonderen Symptome trat der Exitus auf der Stelle ein. Bei der Section fanden sich schwarzbraune und schwarzgrüne Schorfe an Zunge, Oesophagus und Magenschleimhaut. An einer Stelle der kleinen Curvatur zeigte sich eine trichterförmige Ausbuchtung der an dieser Stelle ganz schwarz gefärbten und am ausgedehntesten verschorften Magenwand. Hier fand sich eine etwa 20-Pfennigstück grosse Perforation der Magenwand. Von aussen betrachtet hatte man den Eindruck, als wenn hier ein mit den umliegenden Organen verwachsenes Geschwür von der Fixationsstelle entfernt worden wäre.

Der Befund, welchen das Mikroskop zu verzeichnen hatte, stimmte im Grossen und Ganzen mit den Darlegungen von *Horneffer* überein, so dass sich *Bosse*, um nicht schon Bekanntes zu reproduciren, darauf beschränkte, diejenigen Punkte hervorzuheben, welche er als Neues und vielleicht Wichtiges hinzuzufügen im Stande war.

Ein Querschnitt der verschorften Stelle der Schleimhaut des Oesophagus zeigte, dass die Grenze zwischen dem verschorften Gebiet und dem noch frei gebliebenen durch die Submucosa gegeben war. Abgetötet im eigentlichen Sinne des Wortes war nur die Schleimhaut. Hier sah man eine ganz gleichartige bei Hämatoxylintinction dunkelbraun gefärbte Masse, die von einer erheblichen Dichtigkeit, daher mangelhaft transparent, war: der eigentliche Schorf der Schwefelsäure mit dem Parenchym der Mucosa selbst. Die Submucosa zeigte die Schwefelsäurealteration nur mehr innerhalb der Gefässe, welche mächtig erweitert und mit einer braunroten Masse gefüllt waren, die unzweifelhaft der Verbindung von Blut und Schwefelsäure entsprach. Diese Masse stellte sich dar in Form von Schollen, die im Querschnitt rhomboide Gestalt hatten, durchweg hellbraun waren, und ausserdem schwärzliche Körner und Körnchen enthielten, die durch ihre Gruppirung die Abkunft von Leukocyten verrieten. Die braune Masse, in der diese verbrannten Leukocyten lagen, bestand aus durch Schwefelsäure gänzlich veränderten rothen Blutkörperchen. Bemerkenswerth war aber, dass die ganze

Endothelschicht der Gefässwand die gleiche Veränderung zeigte, wie auch noch jenseits derselben die Einwirkung der Schwefelsäure sich durch Braunfärbung des Parenchyms verriet. Etwas befremdlich erschien der Befund von veränderten Leukocyten in dem umliegenden Parenchym des Bindegewebes, welches sonst noch keine Zeichen der Verbrennung an sich trug. Es hatten sich also verbrannte Zellen in den Saft- und Lymphspalten verbreitet. „Es muss hier an die ähnlichen Vorkommnisse bei der Verbrennung der Haut erinnert werden, wo die sogenannten Brandkörperchen oft in grosser Entfernung von der Eschara im Unterhautbindegewebe und noch weiterhin gefunden werden". Zu einer erheblichen entzündlichen Reaction war es in unserem Fall noch nicht gekommen.

Die Verätzung des Magens charakterisirte sich im Allgemeinen als eine mehr oberflächliche, was wohl auf den Umstand zu schieben war, dass ein grosser Theil der Schwefelsäure alsbald durch die Perforationsöffnung in die Bauchhöhle gelangte, und dadurch eine tiefe Aetzung verhinderte. An Durchschnitten, welche der grossen Kurvatur entnommen waren, war die Grenze der Aetzwirkung durch eine schwarzbraune Linie scharf markirt. Dieselbe zog selten bis zur unteren Grenze der Mucosa einschliesslich der Muscularis Mucosae. Anderwärts beschränkte sie sich auf die Drüsenschicht der Schleimhaut.

Besonders bemerkenswerth erschien nun, dass diese schwarzbraune escharotische Färbung nur an der Grenze sich recht scharf ausprägte, während die diesseits und jenseits gelegenen Theile der Drüsenschicht davon nichts zeigten. Man könnte sich vielleicht vorstellen, dass an den inneren, diesseits gelegenen Partieen auf irgend eine Art eine Neutralisation der Schwefelsäure stattgefunden habe, jedoch kann man sich auch so nicht die geringfügigen Veränderungen erklären, welche die Drüsen und Drüsenzellen beim Durchgang der Schwefelsäure erfahren hatten.

In der Nähe der Perforationsstelle zeigte die Schleimhaut durchweg braunrothe Farbe. In der Submucosa begegnete man massenhaften braunen Körnchen und braun gefärbten Zellen, so dass hier eine Verätzung der ganzen Schleimhaut bis auf die Submucosa angenommen werden durfte. Am wenigsten betroffen von der Verätzung war eine Reihe von Abscessen, welche sich

in den untersten Schichten der Mucosa hart über der Muscularis Mucosae eingestellt hatten; die Eiterkörperchen erschienen hier in ihren Kernen mit Carmin tiefroth gefärbt, während alle Zellen in der Umgebung der Schleimhaut eine Kernfärbung nicht angenommen hatten.

Je näher man sich der Perforationsstelle befand, desto mehr gewahrte man diejenige Verschiebung der Magenwände gegeneinander und auch jene Verdickung des submucösen Bindegewebes, wie man sie in den stark entzündeten und indurirten Rändern alter einfacher Magengeschwüre zu finden pflegt. Die kreisrunde Oeffnung, welche aus dem Magen in die Bauchhöhle führte, deutete ebenfalls darauf hin, dass man es hier nicht etwa mit einer durch Verätzung direkt herbeigeführten Eröffnung des Bauchraumes zu thun hatte; vielmehr dürfte der Sachverhalt sich folgendermassen gestaltet haben:

Es bestand bereits längere Zeit ein ulcus simplex, dessen Grund durch die angelötete Leber verschlossen war; der indurative Zustand der Ränder liess annehmen, dass diese Verschliessung mindestens vor Jahresfrist erfolgt sei. Durch die Reaktion des Magens bei der Einführung der Schwefelsäure, nämlich Zusammenziehung der Ringmuskulatur, muss dann eine Ablösung erfolgt sein, wie sie ja bei der Anlötung an die Unterfläche der Leber immer droht, und der Inhalt des Magens sammt der Schwefelsäure ergoss sich in die Bauchhöhle.

Ahlers: Ein Fall von chronischem Magenkatarrh. Einen besonders exquisiten Fall von chronischer Gastritis behandelte *Ahler's* in seiner Dissertation. Die histologische Untersuchung ergab zunächst betreffs der Gefässe eine starke Erweiterung der Venen infolge grosser Blutüberfüllung; die geraden Venenstämmchen, welche ihr Blut aus den Capillaren der Oberfläche sammeln und senkrecht durch die Drüsenschicht in die Submucosa abführen, waren fast alle bis zum Verschwinden der Wandbegrenzung für das Auge erweitert. Die Wand selbst, mit rothen Blutkörperchen infiltrirt, war vielfach von kleinen Hämorrhagien umgeben. Mächtig waren auch alle in der Submucosa gelegenen Venen, ihre Wand war aber eher verdickt als verdünnt zu nennen. An Arterien war hier und da ein geschlängelter Verlauf hervorzuheben und eine gewisse Verdickung der Wand. Die Capillaren fand man in der oberflächlichen

Schicht überaus reichlich entwickelt, meist korkzieherartig gewunden und zu einem dichten Netze vereinigt, welches an den hervorragendsten Punkten besonders schön zur Anschauung kam. Das Bindegewebe zwischen den Ausführungsgängen der Drüsen war rundzellig infiltrirt und in verschiedenen Graden ausgewachsen bis zur Bildung ziemlich langer Zotten, die in das Lumen des Magens hinein pendulirten. Man konnte aber die Uebergänge der bienenwabenartigen Anordnung des Bindegewebes in einen in einen zottenartigen Auswuchs recht schön verfolgen. Weiter im Innern, d. h. an der Grenze der Drüsenschicht gegen die Muscularis Muoosae gewahrte man hier und da kleine abscessartige Bildungen, die wohl ein Excess lymphatischer Conglobirungen *(Henle)* von wandernden Leukocyten waren. Die drüsigen Bestandtheile der entzündeten Schleimhaut zeigten im wesentlichen eine Verlängerung der unteren Enden der Drüsenschläuche und eine beginnende Krümmung bis zur Schlängelung. Die Ursache dieser Formveränderung, welche nächst der Hyperämie und der Bindegewebswucherung am meisten beitrug zur generellen Volumenvermehrung der Schleimhaut, war in einer Proliferation des Epithels zu suchen, die als eine desquamativ catarrhalische bezeichnet werden musste. Vergebens suchte man nach der bekannten Sonderung des Epithels in Haupt- und Belegzellen: sie fand sich nur noch vereinzelt vor, und zwar in den Tiefen der Falten, welche die Schleimhaut bildete, nicht auf den Höhen. Die Tubuli waren, wo die Veränderungen am stärksten ausgesprochen waren, einfach angefüllt mit verschieden grossen rundlichen oder eckigen Epithelzellen, die sehr lose lagen, der Wand nirgends fest anhafteten und offenbar auf einer Auswanderung an die Oberfläche der Schleimhaut begriffen waren. Wo die Veränderung weniger stark war und man den Querschnitt einer Drüse zu Gesicht bekam, konnte man allerdings noch die Anordnung zu einer besonderen Wandschicht constatiren. Diese aber war nicht einzellig, sondern in kleinen Häufchen mehrzellig, wobei die verschiedensten Grössen und Formen der Zellen nebeneinander zum Vorschein kamen. Von einer fettigen Degeneration und anderer regressiver Veränderung des Epithels war nichts zu bemerken. In Summa hatte man es also zu thun mit einem ausgesprochenen desquamativen Catarrh der tubulösen Drüsen, welcher wohl mit einer schleimigen Entartung des Oberflächenepithels Hand in Hand gegangen sein

mochte. Die Chronicität des Processes war insbesondere durch die hochgradige Veränderung des Gefässbindegewebsapparates gegeben.

Wilde: Ein Fall von verkalktem Fibrom des Magens mit Divertikelbildung. Ein peripher gelegenes, d. h. subserös entwickeltes verkalktes Fibrom der vorderen Magenwand hatte durch Zug ein erhebliches Divertikel des Magens zu Stande gebracht.

Die mikroskopische Untersuchung, von *Wilde* veröffentlicht, hatte folgendes Ergebnis:

Wie so oft konnte man auch hier an der jüngeren, kleineren Geschwulst die Natur des Gesammttumors besser erkennen, als an dem grösseren, durch anderweitige Metamorphosen gänzlich veränderten Haupttumor. Am kleinen Tumor fiel bei schwacher Vergrösserung vor allem eine sehr verschiedene Färbung in die Augen, welche der Tumor in den verschiedenen Theilen darbot. Derselbe war mit einem Worte durch die Hämatoxylinfärbung blau gefleckt, und das hiess nichts anderes, als dass eine partielle Verkalkung vorlag. Denn es ist eine hinreichend bekannte Thatsache, dass alles verkalkte oder verkalkt gewesene Gewebe die Hämatoxylinfärbung mit grosser Begierde annimmt, so zwar, dass eine scharfe, dunkle, blaue Linie diese Gewebstheile umzieht. Selbst einzelne Krystalle von Kalkspat, die wir in den Nieren eingebettet finden, markiren sich durch diese marginale Blaufärbung durch Hämatoxylin sehr schön". Die Ursache der makroskopisch evidenten Verhärtung an den meisten Stellen der Geschwulst beruhte also hier auf Kalkablagerung. Es entstand nun die Frage, ob es sich um eine wirkliche Verknöcherung oder nur um eine Verkalkung handelte.

Das Parenchym des Tumors bestand durchweg aus recht breiten, schwach wellig verlaufenden Fasern; meist war an diesen Fasern auch durch die stärksten Färbemittel tinktoriell kein Kern nachzuweisen, nur hier und da sah man kleine Gruppen dunkel gefärbter Kernchen, die in ihrer Lage zwischen den Fasern wohl als Ueberreste von Zellen angesprochen werden konnten. An einzelnen anderen Stellen fanden sich Fascikel, die aus dicht gedrängten, langen, spindelförmigen Zellen zusammengesetzt waren: offenbar jüngere Theile des Tumors. Im Ganzen und Grossen war also ein Fibrom vorhanden. Allerdings hatte

namentlich der Haupttumor so bedeutende Umwandlungen seines Inneren erfahren, dass er auf den ersten Blick kaum als ein Fibrom imponiren konnte. Einerseits hatten Erweichungen zur Bildung von Erweichungscysten geführt, andererseits zeigten die meisten Theile des Tumors Verhärtungen. Bezüglich der letzteren fand sich, dass zweierlei vorlag, nämlich erstens eine einfache Verödung der spindelförmigen Gebilde und der eigentlichen ausgebildeten Fasern. Hier waren Kalksalze in den spindelförmigen Zellen deponirt, die Form der Spindeln hatte sich erhalten, und es war auch nicht eine entfernte Aehnlichkeit mit Knochengewebe entstanden. Daneben aber fanden sich verschiedene, wenn auch nur wenig umfangreiche Stellen, an denen sich etwas von einem Gewebe gebildet hatte, was man von einem richtigen Knochengewebe schwer unterscheiden konnte. Man sah hier vor allen Dingen Kanälchen, die das verkalkte Parenchym durchzogen und die in ihrer ganzen Anordnung eine weitgehende Aehnlichkeit mit *Havers*'schen Kanälchen erkennen liessen. Das zwischen ihnen persistirende Parenchym stellte sich der äusseren Contour nach ganz so dar wie die Bälkchen eines spongiösen Knochengewebes, so dass man bei flüchtiger Betrachtung ohne weiteres auf die Anwesenheit von richtigem Knochengewebe verfallen konnte. Erst wenn man ganz genau die Bälkchen in ihrem Zusammenhange mit der Nachbarschaft betrachtete, sah man, dass diese hochgradige Aehnlichkeit nur äusserlich war. Die Bälkchen gingen direkt in das fibroide Parenchym über und erschienen selbst als fibrös, und schwerlich war ein einziges, richtiges Knochenkörperchen aufzufinden. Mithin hatte man es mit einer Annäherung der Geschwulst an den Bau der Knochensubstanz zu thun bei gleichzeitiger Verkalkung. Die Struktur der Geschwulst hatte sich in diesem Sinne geändert, aber nicht die Textur; das Gewebe war das gleiche geblieben bei dieser indirekten wie bei der direkten Verkalkung.

Ohrendorff: Ein Fall von Dysenterie. Der Verfasser gab eine recht ausführliche Darstellung der verschiedenen Formen der dysenterischen Erkrankung des Dickdarms; er berücksichtigte dabei nicht nur den klinischen Standpunkt, sondern vor allem auch die grob-anatomischen und histologischen Verhältnisse, und ganz besonders die Aetiologie.

Die verschiedenen Ansichten zusammenfassend, spricht er sich schliesslich bezüglich der pathologisch-anatomischen Be-

funde dahin aus, dass bei den epidemisch und sporadisch auftretenden Ruhrformen, wie sie besonders in unsern Klimaten auftreten, die Necrose mehr die oberflächlichen Theile betreffe, dass sie in der Tiefe weniger ausgedehnt sei, als an der Oberfläche, während bei der in den Tropen und subtropischen Gegenden herrschenden endemischen Form die Necrose in der Submucosa ausgedehnter sei; während bei den ersteren ein flacher Substanzverlust entstehe, sehe man bei der letzteren ein tiefes Geschwür mit unterminirten Rändern. Es sei auch beobachtet worden, dass bei der endemischen Tropenruhr respective der Amoebendysenterie der Procentsatz der mit Leberabscessen complizirten Dysenterien ein viel erheblicher sei, als bei der epidemischen Ruhr: so z. B. berichteten die Autoren, die die Ruhrfälle im deutsch-französischen Kriege beschrieben, in keinem Falle von ihren Beobachtungen über diese Complication mit Leberabscess. Dagegen kommen in Indien nach der Statistik *Woodward*'s auf 1684 Autopsieen 364 mit Leberabscessen complizirte Fälle, in Algier auf 1001 Autopsieen 180; in Cochinchina auf 160 Autopsieen 21; ferner in Westindien auf 745 Autopsieen 183 Fälle *(Bérenger-Férand)*, in Egypten auf 11 Autopsieen 4 Fälle *(Kruse* und *Pasquale)*, in Baltimore auf 9 Autopsieen 6 *(Conncilman* und *Lafler)*. Auf Grund seiner Ausführungen glaubt sich der Verfasser berechtigt, die endemische Tropenruhr in pathologisch-anatomischer Beziehung von der in unseren Breiten auftretenden epidemischen und sporadischen Ruhr zu trennen. Aus den Verschiedenheiten ihres Auftretens und Verlaufs liesse sich, neben der, wenngleich auch geringen Verschiedenheit der anatomischen Laesionen, auch wohl die Verschiedenheit der Aetiologie annehmen; von der endemischen und epidemischen Ruhr dürfe man in dieser Beziehung mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten, dass spezifische Microorganismen sie verursachten, während man für die sporadischen Ruhrfälle theils toxische, theils mechanische Ursachen annehmen müsse; letzteren Ruhrfällen fehle auch selbstverständlich die Ansteckungsfähigkeit. Vom ätiologischen und klinischen Standpunkte aus betrachtet, könne es daher nicht ganz richtig erscheinen, alle drei Ruhrformen kurzweg als Ruhr respective Dysenterie zu bezeichnen, es wäre vielmehr besser, von Ruhr nur zu sprechen, falls es sich um wohl charakterisirte endemische oder epidemische Infectionskrankheiten handle, dagegen in Fällen von sporadischer Ruhr dem pathologisch-anatomischen

Bedürfnisse durch die Bezeichnung „Darmdiphtherie“ gerecht zu werden.

Der Fall von Dysenterie, welcher *Ohrendorff* vorlag, zeigte die Krankheit in bereits sehr weit fortgeschrittenem Stadium, namentlich in einer Periode, wo die totale Verschwärung der Schleimhaut und der Submucosa auf einer Strecke von 15 cm ein Blosliegen der Muscularis bewirkt hatte; daneben fanden sich einige frische Geschwüre und zuletzt solche, die auch bereits einen theilweisen, oder auch einen völligen Heilungsprocess erfahren hatten. Aber auch in diesem späteren Stadium der Dysenterie liess sich der anatomische Status aus den vielfach geschilderten Vorgängen bei acuten Formen verstehen: Man fand als hauptsächliches Moment, welches die Verschwärung einleitete, ein fibrinöses Infiltrat der peripheren Schichten, gerade wie man es bei den frischen, diphtherischen Schorfen anzutreffen gewohnt ist. Nur die eitrige Sequestration fehlte oder war nur durch sporadische Abscesse vertreten. Der durchschnittliche Befund des Darms im Bereiche der völligen Entblössung von den Gebilden der normalen Schleimhaut und der Submucosa war folgender:

Die quer verlaufenden Schichten der Muskulatur hatten zunächst keine Einbusse erlitten; die Muskularis schnitt ziemlich scharf und gesund gegen das sie nach innen deckende Granulationsgewebe ab; letzteres erhob sich verschieden hoch. Dieses Granulationsgewebe zeichnete sich vor allem durch die bedeutende Grösse der constituirenden Zellen aus. Man sah fast überall nur diese fast doppelt grossen Rundzellen liegen mit grossen gut färbbaren Kernen. Die Zellen lagen dicht aneinander und waren durch wenig Zwischensubstanz verbunden. Recht auffallend war die besondere Grösse der Granulationszellen, da, wo man sie neben einem kleinen Abscess, der sich etwa vorfand, sah. Hier konnte man sie gut mit der normalen Grösse der Leukocyten vergleichen.

„Bekanntlich spielt das grosszellige Granulationsgewebe eine nicht unbedeutende Rolle bei verschiedenen Infectionskrankheiten, so namentlich in dem Befunde als fungöses Granulationsgewebe bei tuberculöser Knocheneiterung; auch bei Lepra und der Syphilis findet es sich beschrieben. Ueberall hat es eine gewisse grössere Festigkeit und Dauer gegenüber den kleinzelligen Granulationsgeweben.“

Uebrigens war dies grosszellige Granulationsstratum nicht der einzige Schutz der blosgelegten Muscularis gegenüber den Einwirkungen des Darminhaltes, vielmehr trat jenes Moment auf, welches man als besonders charakteristisch im Verlauf der Dysenterie erkannte, nämlich die Bildung eines fibrinösen Belags als eine Art von Schutz an der Oberfläche. Schon in den tieferen Schichten der Granulationen fand man zwischen den Zellen feine Reiser eines Fibrinnetzes, welche gegen die Oberfläche zu dichter zusammentraten, um schliesslich, immer dichter werdend, zu einer homogenen Membran zusammenzufliessen, welche die Oberfläche wie eine dichte Epitheldecke überzog. Diese Fibrinhaut verband die äussersten Theile der Granulationszellen sehr fest, so dass förmliche Lamellen entstanden, die quer bandartig verliefen, und zu drei bis vier über einander gelagert waren. Der Abschluss nach dem Darmlumen war haarscharf und man hatte durchaus den Eindruck, dass an diesen Stellen unter dem Schutze des Fibrins wohl eine Narbenbildung zu stande kommen konnte. Wirklich sah man auch an Präparaten, die anderen Stellen entnommen waren, die Bildung von Narbengewebe, aber nicht in der geschilderten, oberflächlichen Schicht, sondern in der Tiefe, dicht über der Muskelschicht. Dieses Narbengewebe war der Oberfläche parallel stratifizirt und zweifellos die Ursache einer generellen Verkleinerung des Darmlumens, die als dysenterische Stenose längst bekannt ist und auch in dem beschriebenen Falle stark entwickelt war.

Schade: Untersuchung 4 seltener Fälle von Carcinoma ventriculi. 1. Die makroskopische Untersuchung des ersten Falles hatte den Gedanken überaus nahe gelegt, dass man es mit einem ehemaligen, wenn auch sehr grossen Ulcus simplex zu thun habe, das in Scirrhus ventriculi übergegangen sei: so richtete sich die histologische Untersuchung auf die Frage, wie etwa die Umwandlung des Geschwürsrandes in die charakteristischen Scirrusmassen von Statten gegangen sein möchte. Das was man an dem Präparate als einen fertigen Geschwürswall betrachten musste und was etwa den dritten Theil der Circumferenz des Geschwürs bildete, war von aussen nach innen betrachtet folgendermassen zusammengesetzt: Zunächst folgte eine zottige Vegetation von bindegewebigen Auswüchsen, die gewöhnlichen Darmzotten ziemlich ähnlich sahen ein Ausdruck der chronischen Reizung in

der Umgebung des Geschwürs. Dann folgten sehr verlängerte Drüsenschläuche, die aber nach unten die sicheren Conturen aufgaben und in ein Gebiet übergingen, wo dann epitheliale Zellen mit bindegewebigen Zellen gemischt erschienen, so dass ein Zustand resultirte, der wie eine gänzliche Auflösung aller Struktur sich ausnahm. Erst bei weiterem Vordringen nach aussen stellte sich wieder eine bessere Scheidung der epithelialen Wucherung vom Stroma ein und es traten die für den Scirrhus ventriculi so charakteristischen Epithelzellenstränge und Epithelzellenzeilen auf, welche sich zwischen die auseinander weichenden Fascikel der Muscularis eindrängten. Hie und da sah man kugelige Anhäufungen von kleinen Rundzellen, welche mit den Epithelzellen nicht verwechselt werden durften und als umschriebene Eiteransammlungen zu deuten waren.

2. Beim zweiten Präparate lag es der mikroskopischen Untersuchung ob, den Zustand des Gewebes festzustellen in einem Falle, bei welchem von einer eigentlichen krebsigen Ulceration nirgends etwas zu sehen war, sondern lediglich eine diffuse Infiltration der Magenwände von ganz mässigem Grade bestand; an wenigen Stellen erschien die Schleimhaut stärker erhaben. Bei schwacher Vergrösserung bot sich an den erhabenen Stellen ein Anblick dar, welcher an Schleimgewebe erinnerte, indem eine fast lichte Grundsubstanz von zahlreichen sternförmigen Zellen durchspannt war, zwischen denen ausserordentlich lebhaft gefärbte Zellen mit runden Kernen vorhanden waren. Neben dieser Continuität von Schleimgewebe fanden sich noch reichlich schlauchförmige Bildungen, in deren Lumen abgelöste Zellen lose lagen, Zellen, die ihrer Form nach am meisten Endothelzellen ähnlich sahen. Endlich zeigte sich an einer Stelle eine Mehrzahl von sehr grossen mit reinem schleimigem Gerinnsel gefüllten Hohlräumen, die für sich zwar rundlich begrenzt und erweiterten Schleimdrüsen nicht unähnlich waren, andrerseits aber in Continuität standen mit dem erwähnten Schleimgewebe, so dass man sie nur als hervorgegangen ansehen konnte aus stellenweise verflüssigten Partieen von Schleimgewebe, zwischen denen sich die epithelhaltigen vorhin beschriebenen Bildungen hindurchzogen.

3. Hier lehrte die mikroskopische Untersuchung, dass man einen Fall vor sichhatte, in dem sich zu einer unzweifelhaft krebsigen Entartung eines kleinen umschriebenen Theiles der Magenschleimhaut eine unverhältnissmässige Hypertrophie der

Umgebung hinzugesellt hatte. Die krebsige Neubildung stellte ein etwas atypisch wucherndes Cylinderepitheliom dar. Dasselbe zeigte erheblich dicke Stromabalken und zwischen ihnen enorm grosse Lumina des Epithels und seiner Verwandlungsprodukte. Man konnte schon mit blossem Auge diese Lumina als bis zu miliarer Grösse heranwachsende, meist aber submiliare Hohlräume erkennen. Das Epithel war stellenweise ein reines Cylinderepithel, überwiegend aber und wiederum in grosser Ausdehnung abgeplattet und geschichtet. Abgelöste Zellen füllten mit einem körnigen Detritus und mit schleimigen Produkten die Lumina aus. Die Hypertrophie der Magenwand beruhte in erster Linie auf einer ganz exquisiten Verdickung der Muscularis.

4. Hier handelte es sich um ein förmliches Zottengewächs: vom Grunde einer mächtigen krebsigen Ulceration erhoben sich dicht gedrängte und verzweigte zottenartige Auswüchse. Die Umgebung war scirrhös. Bei diesem Geschwür hatte man Gelegenheit, neben einem ausgesprochenen état mammélloné die Entwicklung eines richtigen Scirrhus aus den vergrösserten Drüsenschläuchen entstehen zu sehen. Dabei war vor allem interessant, wie das Epithel dieser Schläuche zunächst das Lumen schloss und dann nicht nur in der Richtung nach einwärts in die Muskelsubstanz wucherte, sondern auch lange und feste und dicke Fortsätze nach der Oberfläche sandte, welche an den Geschwürsflächen hervorragten und sehr allmälig, wie es schien, zerfielen. Die grosse Dichtigkeit dieser Epithelkörper und der solide Bau derselben erinnerte an Plattenepitheliome oder Endotheliome. Jedenfalls ist diese Art von Krebsepithel an normaler Schleimhaut eine grosse Seltenheit und findet sich in keiner Weise bei den vier Hauptformen der Magenkrebse vor.

Aldegarmann: Ein Endothelkrebs des Magens. Das von *Aldegarmann* beschriebene Präparat (von Herrn Dr. *Pfeil-Schneider* in Schönebeck übersandt) stammte von einer 67 jährigen Frau, bei der die klinische Diagnose auf Carcinoma ventriculi gestellt war.

An der kleinen Curvatur des Magens bis hart an den Pylorus heran sass ein Geschwür, dessen Grund und Rand mit einem milchweissen starren Infiltrat versehen waren, und das desshalb auf den ersten Blick hin für ein fortgeschrittenes Cylinderepitheliom gehalten werden konnte. Das Geschwür umgriff in

ganzer Circumferenz die Pylorusgegend und hatte die hochgradige Stenose erzeugt, deretwegen die Gastroenterostomie ausgeführt worden war. Der Geschwürsboden war unregelmässig höckrig, nur hier und da mit kleinen flottirenden Fetzen besetzt, im Ganzen vielmehr glatt, mit konfluirenden milchweissen Geschwürsknoten gepflastert. Nach aussen hin war die Geschwulst durch alle Magenschichten hindurch gewuchert und im retroserösen Bindegewebe angekommen. Hier waren alle Lymphdrüsen taubeneigross angeschwollen und bildeten ein über faustgrosses Konglomerat. Interessant war eine multiple Metastasenbildung in der Leber.

An den quetschweichen Metastasen hegte man zuerst den Verdacht, dass es sich nicht um ein gewöhnliches Carcinom handeln konnte. Die Knoten waren zwar im allgemeinen, wie die meisten Geschwulstmetastasen in der Leber, rund, an der Oberfläche sitzend, mit dellenartigen Vertiefungen versehen, aber am Durchschnitt konnte man sehr scharf drei Entwicklungszonen unterscheiden. von denen zwei konzentrische Schalen um die mittelste bildeten. Die äussere Zone wurde von dem sehr derben, milchweissen Geschwulstparenchym gebildet. Sie setzte sich ganz scharf gegen die zweite ab, welche gelbweiss, käsig aussah, während die Mitte von einem röthlich-grauen, einsinkenden Parenchym gebildet wurde. Diese drei Zonen finden sich wohl auch sonst bei Krebsen, aber nicht so scharf von einander abgesetzt. An Schnitten durch die Magenwand liess sich der Verlauf der gesammten Geschwulstbildung folgendermassen feststellen:

Man sah gegen die innere Grenze der Geschwulst zu eine Carcinomstruktur, welche in sehr weiten Maschen des Stromas Epithelzellencylinder enthielt, die diese Maschenräume durchaus nicht ganz ausfüllten, sondern so, dass ringsherum ein ziemlich weiter Zwischenraum erhalten blieb. Die Zellen, welche die Cylinder zusammensetzten, waren innig zusammengedrängt, sodass man die Grenzen der einzelnen Elemente an keiner Stelle mit voller Deutlichkeit erkennen konnte. Man gewahrte vielmehr hauptsächlich die dunkelblau gefärbten Kerne, die in das verschmolzene hellrosaroth gefärbte Protoplasma eingebettet waren. Diese Kerne verrieten durch ihre Stellung keineswegs ihre Abkunft von irgend einer bekannten Epithelsorte, sondern sie waren im allgemeinen länglich, und die längere Achse der Kerne war nach den verschiedensten Richtungen hin orientirt, so dass eine vollkommene Willkürlichkeit in Bezug auf die Anordnung der

Zellen im Haufen hervortrat. Dabei waren Kerntheilungsfiguren im Innern zahlreich zu konstatiren.

Was die Form dieser Epithelkörper betraf, so waren sie im allgemeinen längsgestreckt, walzen- oder keulenförmig, stellenweise stark krumm oder auch sogar wirklich gebogen, wie man es von Krebskörpern, die im Innern von Lymphgefässen liegen, zu sehen gewohnt ist. Hierdurch entstand die Vermuthung, dass der Krebs wesentlich in den Lymphräumen vorgerückt sei und die weitere Frage, ob man es nicht vielleicht mit einem Endothelkrebs zu thun hatte, d. h. mit einer Geschwulst, deren Elemente durch Wucherung der Endothelien hervorgebracht waren.

Betrachtete man daraufhin die innere Oberfläche der Räume, in welchen die Geschwulstzellen lagen, so fand man thatsächlich keine fortlaufende Endothelschicht über dieselbe ausgebreitet, und es machte freilich den Eindruck, als ob diese Endothelschicht in die Bildung der Krebskörper aufgegangen sei.

Bis tief in die Muskularis fanden sich die beschriebenen „Krebskörper"; speciell an einzelnen Punkten traf man zwischen den auseinander weichenden Bündeln der Muskularis unverkennbare Lymphräume, die mit den lose liegenden Krebskörpern angefüllt waren. Nahm man nun dazu, dass bisher kein echtes Magencarcinom bekannt geworden ist, welches nicht von der Struktur des Cylinderepithelioms wenigstens ausginge, so wurde die Annahme immer wahrscheinlicher, dass man es mit einer ungewöhnlichen Krebsform, d. h. eben mit einem Endothelkrebs zu thun hatte.

Das übrige Terrain der Geschwulst, d. h. der weitaus grösste Theil des Gesammtgeschwulst-Körpers zeigte ein von dem bisher geschilderten abweichendes Verhalten des Epithels zum Stroma. Von einem grossmaschigen bezw. alveolären Stroma war hier überall nicht mehr die Rede. Man fand vielmehr ein faseriges Bindegewebe mit ellipsoiden oder spindelförmigen, bisweilen sehr schmalen Spältchen, in welche Spältchen die epithelähnlichen Zellen meistens einzeln oder in kleinen Gruppen von zwei, drei und mehr Exemplaren eingebettet waren. Diese Spältchen sind bekanntlich normalerweise mit je einer Häutchenzelle oder einem Bindegewebskörperchen ausgekleidet, und es machte in dem fraglichen Falle ganz den Eindruck, als ob nur mehr eine Vergrösserung und epitheloide Umwandlung solcher Häutchen- oder Endothelzellen stattgefunden habe.

Nahm man Präparate, welche die Verbreitung der Geschwulst im Fettgewebe des Netzes vor Augen stellten, so zeigten sie, dass sich die Geschwulstzellen von den Rändern und Grenzen der Fettläppchen her zwischen die Fettzellen einschoben, dieselben auseinander drängend und schliesslich zur Atrophie bringend.

Neben den geschilderten eigentlichen carcinomatösen bezw. endotheliomatösen Bestandtheilen der Geschwulst fanden sich ringsherum beträchtliche Wucherungen des anstossenden Bindegewebes bis zur Bildung einer ziemlich derben Schwiele im subserösen Bindegewebe. Auch fand man durch die ganze Geschwulst hindurch ein kleinzelliges rundzelliges Infiltrat verbreitet, was auf den chronisch entzündlichen Zustand des gesammten kranken Theiles hinwies.

Wenn man nun in diesem Falle, durch makroskopische Verhältnisse bewogen, annehmen musste, dass es sich um ein ursprünglich einfaches Geschwür gehandelt hatte, so war die Form, in welcher dasselbe zu einem Krebs geworden war, jedenfalls nicht die gewöhnliche; d. h. nicht die an das Geschwür anstossenden Magendrüsen hatten die carcinomatöse Wucherung begonnen, sondern das Endothel der Lymphbahnen und der Saftspalten der Magenwand war es, welches hier die seltenere Form eines Endothelcarcinoms hervorgebracht hatte.

V.

Schäfer: Die Bindegewebsentwicklung in der Leber bei der cyanotischen Cirrhose. Bei den widersprechenden Angaben über die Vertheilung des neugebildeten Bindegewebes in der cyanotisch-cirrhotischen Leber schien eine erneute Untersuchung, welche speciell auf diesen Punkt gerichtet war, am Platze. Es wurde daher in einem entsprechenden Falle zur Orientirung eine mässige Injection der Vena hepatica mit Berliner Blau vorausgeschickt und dann das Präparat vorsichtig in Alcohol von wachsender Concentration gehärtet. Die darauf angefertigten Schnitte wurden mit verschiedenen Methoden gefärbt.

Der erste Blick auf die Präparate zeigte ein Verhalten, welches von der gewöhnlichen Lebercirrhose deutlich abwich. Um das verwickelte Bild verständlich zu machen, musste man nicht von der vena hepatica, sondern von der vena portarum und deren Umgebung, dem sogenannten Portalgewebe, ausgehen.



In ihrem Lumen waren die Gefässe weit; auch die Arterien hatten ein beträchtliches Kaliber, ein Beweis, dass sich die Stauung von der vena hepatica durch das ganze Parenchym bis auf die zuführenden Gefässe fortgesetzt hatte. Die Glisson'sche Kapsel, welche die Gefässe einschloss, zeigte unzweifelhaft eine gewisse Verdickung; aber diese Verdickung erwies sich als eine reine Hyperplasie mässigen Grades und liess keinerlei Erscheinungen von lebhafter Kern- und Zelltheilung erkennen. Das Gewebe war hier ein gut gebildetes zelliges Bindegewebe, mit eingestreuten länglichen Kernen und setzte sich nach aussen mit scharfer Grenze ab. An dieser Stelle findet man bei der Laennec'schen Cirrhose eine reichliche Entwicklung jungen Bindegewebes. Eine solche war auch hier, aber nicht überall, und in mässigem Grad vorhanden, so dass man etwa sagen konnte, dass sich die Capsula Glissonii in mässigem Grade an dem neugebildeten Bindegewebe betheiligte.

Die venae centrales waren mächtig erweitert. (Die Vene war daran gut zu erkennen, dass sich von der Injectionsmasse her in ihrem Lumen ein blauer Saum gebildet hatte; die umliegenden Capillaren waren von der Masse angefüllt).

Bezüglich der Lebervenen konnte man zwischen den kleinen, mittleren und grösseren Venen unterscheiden. Die kleinen und mittleren waren zwar auch erweitert und ihre umgebenden Capillaren nahmen entsprechend Antheil, aber es liess sich auf diesem Gebiet von einer Vermehrung des Bindegewebes nichts weiter nachweisen, als eine mässige Verdickung der Venenwand, welche sich bei jeder Cyanose findet. Die grösseren Stämme zeigten in ihrer Umgebung eine recht deutliche Vermehrung des Bindegewebes. Und die grössten von den injicirten Venen besassen jenseits der eigentlichen Gefässwand eine meist sehr grosse Area, in der ein Neubildungsprozess von Bindegewebe Platz gegriffen hatte, der den gewöhnlichen Leistungen der Capsula Glissonii bei der Laennec'schen Cirrhose ebenbürtig an die Seite gestellt werden konnte. Schon die Wandverdickung der grossen Gefässe war eine ganz excessive: während bei der normalen Leber die Wandung der Vene nur als eine dünne Auskleidung des Hohlraumes erscheint, hatte man hier im Querschnitt abzählbare Lamellen bis zu fünf und sieben Stück, jenseits deren sofort eine kleinzellige Infiltration einsetzte, die für die weitere Verdickung bestimmt schien. Von diesen grösseren

Herden neugebildeten Bindegewebes ging ein System strangförmiger Fortsetzungen aus, welches überall mit feinen Ausläufern bis zur Capsula Glissonii vordrang und dadurch eine anderweitige Einhüllung des Leberparenchyms veranlasste, welche zwar im grossen und ganzen an die Granulationen der Laennec-schen Cirrhose erinnerte, aber doch auch wieder bemerkbare Unterschiede zeigte. Vor allem waren die Acini besser erhalten, und die Granula von vorn herein viel kleiner als in jenem Falle, ja man konnte sogar an recht degenerirten Stellen wegen der scharfen Markirung in der Mitte die Acini in ihrer Form und Lage gut erkennen und abzählen, wie viel etwa zu einem grösseren Granulum zusammen getreten waren. Vielfach entsprach ein Granulum einem Acinus, was bei der Laennec'schen Cirrhose niemals vorkommt. Bemerkenswerth erschien es ausserdem, dass der Schwund der Leberzellen einerseits nicht durch eine Pigmentatrophie, sondern durch einfaches Kleinerwerden der Zellen eingeleitet und andererseits durch eine gewisse Hypertrophie der restirenden Lebersubstanz kompensirt wurde. Was den ersten Punkt anbetrifft, so konnte an dem Untergang einzelner Acini und Theilen von Acinis überhaupt nicht gezweifelt werden. Von Vene zu Vene zogen oft Bindegewebsbrücken, welche oft noch Reste von Leberzellen einschlossen. Aber auch diese Reste von Leberzellen zeigten stellenweise Erscheinungen von Kerntheilung und scharfer Absetzung gegen das umgebende Parenchym, welche nicht an Atrophie erinnerten, sondern an das Verhalten der weitaus grössten Menge von Leberparenchym, welches sich, soweit man diese Zustände von andern Stellen her kennt, im Zustande der Proliferation und in guter, ja übermässiger Ernährung befand. Man hatte es mithin zu thun mit einer interstitiellen Bindegewebsentwicklung, welche deutlich unter den Auspicien der venösen Stauung erfolgte, aber nicht den atrophirenden Effect der gewöhnlichen portalen Cirrhose gehabt hatte, sondern, vielleicht unter der Mitwirkung einer generellen sehr guten Ernährung, die Indication für einen hyperplastischen Zustand des von der Bindegewebsneubildung verschonten Parenchyms wurde, welche die Atrophie und die Vernichtung gewisser Abschnitte der Leber selbst compensirte. Demnach konnte dieser Fall von cyanotischer Cirrhose der Leber unter die Kategorie der hypertrophischen Cirrhose eingereiht und der atrophischen oder Laennec'schen

Cirrhose, welche besonders durch Alcoholmissbrauch hervorgerufen wird, gegenübergestellt werden.

Suzuki: Ueber die Lebertuberculose bei Tuberculose anderer Organe. Es ist schon oft darüber gehandelt worden, wie häufig die Tuberculose der Leber sich mit der Tuberculose der Lungen und anderer Organe vergesellschafte; die Meinungen über diesen Punkt sind stets sehr getheilt gewesen. Das kommt zum Theil daher, dass die fraglichen Untersuchungen ohne mikroskopischen Nachweis vorgenommen wurden: bekanntermassen sind aber die Lebertuberkel meist sehr klein und mit blossem Auge schwer erkennbar. In neuerer Zeit hat auch die Frage grosses Interesse erregt, in wie weit die Leber eine den Tuberkelbacillen schädliche Wirkung entfalte, und bis zu welchem Grade man an eine Heilung bezw. an ein völliges Verschwinden der Tuberkel in der Leber denken dürfe. Neuestens hat eine Arbeit von *Kockel* in dieser Beziehung anregend gewirkt.

Diese Sachlage liess es durchaus gerathen erscheinen, eine abermalige Prüfung der Frage vorzunehmen, in wie viel Fällen von Phthisis pulmonum bezw. von Tuberculose anderer Organe des Körpers sich Tuberculose der Leber bemerklich mache, ferner inwieweit man aus dem histologischen Befunde auf etwaige Rückbildung der secundären Lebertuberculose schliessen dürfe.

Zu diesem Zwecke hat *Suzuki* die Sektionsprotokolle des pathol. Instituts zu Würzburg einer genauen Durchsicht unterzogen; aber mit Rücksicht darauf, dass in den meisten Fällen eine mikroskopische Untersuchung der Leber nicht angestellt worden ist, hatte er sich bald darauf beschränkt, nur die frischen zur Sektion gekommenen Fälle und zwar mikroskopisch auf die gestellte Frage hinzu untersuchen. Es waren davon im ganzen 70. An verschiedenen Orten der Leber wurden Stücke herausgeschnitten, in geeigneter Weise gehärtet, dann in möglichst viel Schnitte zerlegt und auf Miliartuberkel untersucht.

„Es ist zuzugeben, dass diese Art des Vorgehens noch keine absolut sichere Methode darstellt, in sofern es durchaus nicht ausgeschlossen ist, dass wenig zahlreiche Tuberkel, die sich etwa in der Leber vorfinden sollten, entgehen konnten. Doch ist es bekannt, dass die Miliartuberkel der Leber fast

immer sehr gleichmässig vertheilt sind, so dass bei Entnahme von Stücken aus den verschiedenen Gegenden der Leber ein ziemlich sicheres Ergebniss erwartet werden durfte.“ Das Gesamtergebniss der Untersuchung war, dass in 44 von 70 Fällen (und zwar in 25 makroskopisch und in 19 mikroskopisch) bei Tuberculose der verschiedenen Organe des Körpers Miliartuberkel der Leber nachgewiesen werden konnten.

Nachdem dies in der Hauptsache festgestellt war, konnte das angehäufte Material noch zur Beantwortung einer Nebenfrage benutzt werden, dahin gehend, ob sich nicht durch mikroskopische Kennzeichen das Alter der Miliartuberkel feststellen liesse, und ob daraus wiederum der Hinzutritt der tuberculösen Erkrankung zeitlich einigermassen festgestellt werden könnte.

In dieser Beziehung war es natürlich nöthig, die einzelnen 44 Präparate zu sichten. Es hat sich dabei ergeben, dass man über den Zeitpunkt des Hinzutretens der Lebertuberculose zur Tuberculose der anderen Organe etwas Sicheres durchaus nicht aussagen konnte.

Dagegen wurde konstatirt, dass alle Altersstufen der Miliar-Tuberkeln von den jüngsten Eruptionen an bis sogar zur vollständigen Umwandlung in schwielige Bindegewebsknötchen vorkamen. Es fand sich einmal das Auftreten fast isolirter Riesenzellen, dann von Tuberkel-Knötchen in typischer Zusammensetzung aus epitheloiden Zellen und Riesenzellen und peripheren Leukocytenhöfen, weiterhin fanden sich grössere Tuberkel mit verkäster Mitte, mit starker oder schwacher marginaler Reaction, endlich käsige Knötchen mit schwieliger Bindegewebseinfassung, und schliesslich geradezu fibröse Knötchen mit organisirten Riesenzellen in der Mitte. In einzelnen Fällen durfte demnach mit aller Reserve auf eine Art von Ausheilung der Lebertuberculose geschlossen werden.

Wendorf: Veränderungen des Pankreas bei Diabetes mellitus. *Wendorf* hat die Sectionsprotokolle des Instituts studirt und in 11 Fällen von Diabetes mellitus 9 mal das Pankreas als abnorm angegeben gefunden: Einfache Atrophieen geringeren oder stärkeren Grades, fettige Atrophie, fettige Degeneration und blutig-fettige Erweichung, fibröse Verhärtung und Schrumpfung fanden sich verzeichnet. Die Angaben über das Verhalten der Leber bei den genannten Fällen von Diabetes waren sehr

wechselnd: zumeist war von einer Vergrösserung des Organs die Rede, daneben von Fettinfiltration fast regelmässig; auch Cyanose und cyanotische Induration fand sich gelegentlich; einmal war sogar von einer Atrophie der Leberläppchen berichtet.

Wendorf beschrieb schliesslich einen eigenen Fall mit folgenden Pankreasveränderungen:

Bei der Betrachtung der Praeparate mit schwacher Vergrösserung war schon zweierlei zu sehen: einmal eine Zunahme im Volumen der gröberen Bindegewebssepten des Pankreas, und dann eine excessive Entwickelung des Fettes zwischen den einzelnen Drüsenläppchen. Was das Bindegewebe betraf, so war es grösstentheils ein faserreiches, sklerotisches, kernarmes Gewebe, in dessen Bereich eine grosse Reihe von Gefässen nicht nur verdickt sondern auch obliterirt war, während die Ausführungsgänge im Bereich der verdickten Bindegewebssepten comprimirt erschienen und fast durchweg durch reichliche Proliferation und Abstossung des Wandbelages mit Zellenmassen dicht erfüllt waren. Die Bindegewebswucherung erstreckte sich in ihren feineren Ausläufern auch zwischen die einzelnen Läppchen hinein, dieselbe in kleine und kleinere Theilstücke auseinander sprengend. Die Compression, die durch die Bindegewebswucherung auf die Ausführungsgänge ausgeübt wurde, hatte auf der anderen Seite zur Folge, dass an einigen Stellen eine cystische Erweiterung der Ausführungsgänge statthatte. Hier fanden sich Uebergänge zu ziemlich umfangreichen Cysten, die mit abgestossenen Epithelzellen und schleimigen Zerfallmassen erfüllt waren. An den Durchschnitten einiger der erweiterten Ausführungsgänge ergab sich eine weitgehende Kalkinkrustation der Inhaltsmassen.

Nicht an allen Stellen war die interstitielle Bindegewebshyperplasie in gleich hohem Masse ausgebildet, aber es fanden sich Strecken, in deren Bereich fast jeder einzelne Drüsen-Quer- oder Längsschnitt durch ein beträchtliches bindegewebiges Septum von seinen Nachbarn getrennt war. Hier glich das Bild in der That völlig den Zuständen, wie man sie in der Leber und Niere bei chronischen interstitiellen Entzündungsprozessen findet. Die vorhin aufgeführte Cystenbildung konnte zur weiteren Ausführung der erwähnten Analogie herangezogen werden, ebenso die erhebliche Desquamation in den Ausführungsgängen, die zu einer vollständigen Verstopfung einer grossen

Anzahl derselben führte. Der Umstand war noch bemerkenswerth, dass sich Stellen vorfanden, in welchen die interstitielle Bindegewebswucherung mehr granulirenden Charakter aufwies. Ferner erschien bemerkenswerth die Verdickung der Blutgefässe, die mit der erwähnten Bindegewebshyperplasie vergesellschaftet war.

Was die erwähnte, mit der Bindegewebsentwicklung verbundene excessive Entwicklung des Fettgewebes anlangte, so trug sie ihrerseits noch weiter zu Trennungen und Auseinandersprengungen der Drüsenläppchen bei. Das zwischen den Läppchen und innerhalb derselben neugebildete Fettgewebe glich in seiner Beschaffenheit im Wesentlichen normalem Fettgewebe, mit der Ausnahme, dass es für gewöhnlich mit stärkeren bindegewebigen Septen versehen war.

Ein weiteres Moment, das bei der histologischen Untersuchung des Pankreas von Wichtigkeit erschien, war in Bezug auf das eigentliche Parenchym das herdweise Auftreten von Bezirken, in welchen die Epithelzellen schlechte Kernfärbung aufwiesen, wobei sie leicht an Volumen zunahmen und in ihrem Protoplasma ein körniges Aussehen darboten. Es fanden sich Bezirke, in welchen das Pankreasgewebe umgewandelt war in ein Stützgerüst, in dessen Maschen die Epithelzellen als ungefärbte losgelöste Schollen angehäuft waren. Gerade an diesen Stellen war oft die Verdickung der Gefässe, die bis zur völligen Obliteration gehen konnte, als besonders hochgradig nachzuweisen. Es war schwer zu sagen, ob man es hier mit multiplen Herden fettiger Degeneration oder mit richtigen Nekrosen zu thun hatte.

Das Ergebniss der mikroskopischen Untersuchung zusammenfassend, durfte in erster Linie betont werden, dass hier jedenfalls ein längerer Bestand des Leidens am Pankreas angenommen werden musste. Die mächtige Proliferation des interstitiellen Bindegewebes, ähnlich derjenigen bei der Lebercirrhose, konnte kaum anders als wie bei dieser eben genannten Entartung, also nur als eine sehr chronische interstitielle Entzündung aufgefasst werden. Sie hat wohl die hochgradige Atrophie des Pankreas zur Folge gehabt und die Verkleinerung des Organs, welche nur durch eine nachträgliche complementäre Wucherung des umgebenden Fettgewebes einigermassen verdeckt werden konnte. (Vacatwucherung). Anders ist es mit den partiellen Nekrosen

des Parenchyms, die doch gewiss nicht als das direkte Ergebniss der chronischen Entzündung angesprochen werden konnten.

Derartige Nekrosen sind bekanntlich in der letzten Zeit häufiger in der Umgebung des Pankreas beobachtet worden, ohne dass es bisher gelungen wäre, mit Sicherheit die Entstehung derselben zu verfolgen. Jedenfalls hatten in dem gegebenen Falle auch sie dazu beigetragen, die Funktionsfähigkeit des Organs zu beeinträchtigen, wenn sie auch wohl sicher frischeren Datums waren als die geschilderten chronisch-interstitiellen Processe.

Lejeune: Ueber einen Fall von primärem Carcinom der Gallenblase. In dem Falle von *Lejeune* handelte es sich um ein Carcinom der Gallenblase, um eine charakteristische geschwulstmässige Entartung, welche an der inneren Oberfläche der Gallenblase zur Verschwärung geführt hatte und welcher die eigentlichen Bestandtheile der Gallenblase bereits zum Opfer gefallen waren. Von diesem Geschwür aus zogen Stränge von Geschwulstgewebe in die Leber hinein; jenseits derselben fanden sich im Leberparenchym mehr oder weniger isolirte Knoten und Knötchen, die als sekundäre unzweifelhaft anzuerkennen waren. Die mikroscopische Untersuchung an senkrecht zur Oberfläche der Gallenblase geführten Schnitten ergab folgendes:

Breite Stränge von Bindegewebe, die sich netzförmig unter einander verbanden, umschlossen grössere und kleinere, wohl ausgebildete Carcinomknoten. Die Form der Krebszellen war im Durchschnitt die kleinkubische, die Grösse war in mässigen Grenzen wechselnd

Was die Verbreitung der Geschwulst anlangte, so trat hier eine Erscheinung auf, welche in ähnlicher Weise sich nur bei den Endotheliomen zu finden pflegt, indem nämlich einzelne, verhältnissmässig recht grosse Zellen relativ weit entfernt von den nächsten Krebsalveolen innerhalb des Bindegewebes sichtbar waren und offenbar die Stelle bezeichneten, wo sich eine neue Krebsalveole bilden würde. Diese Vorläufer der Geschwulstbildung zeichneten sich einmal durch ihre Grösse als Zellen aus und durch ihre grossen, oft in Theilung begriffenen Kerne; ferner, wenn es zur Theilung gekommen war, durch eine alsbald eintretende zwiebelschalige Schichtung der Tochterzellen. War es dann zur Ausbildung von Zellennestern gekommen, so

schmiegten sich die neugebildeten, an der Grenze liegenden Zellen auf's innigste dem Bindegewebe an und schoben Ausläufer, oft in Mehrzahl, in die Zwischenräume der anstossenden Bindegewebsfasern vor. Da nun an der Gallenblase normaler Weise Cylinderepithel die Oberfläche überzieht, und bei den bisher mikroscopirten Gallenblasenkrebsen auch fast immer Cylinderzellenepitheliome gefunden worden sind, so musste auf Grund der dargelegten Beobachtungen zu der Annahme eines Endothelioms oder Endothelkrebses geschritten werden; für viele Schleimhäute, namentlich des Uterus und Darmes, wurden ja neuerdings vielfach derartige Geschwülste beschrieben. Hiermit wurde eine Frage berührt, die noch ihrer definitiven Beantwortung harrt. „*Virchow*'s Ansicht, wonach die Carcinome auch aus dem Bindegewebe hervorgehen könnten, scheint eben durch die moderne Aufstellung der Endotheliome in gewissem Sinn wieder bekräftigt zu werden, und das Endotheliom bildet so gewissermassen die Brücke vom Carcinom zum Sarcom, welch' letzteres ja aus der Zelle des Bindegewebes hervorgeht."

Was die metastasischen Tumoren der Leber anlangt, so war an diesen das Hervorgehen einer alveolären Geschwulst aus dem Leberparenchym durch die Ausfüllung der Capillaren und die mächtige Ausdehnung derselben bis zur Grösse von Krebsalveolen zu konstatiren. Die Enge des Raumes bedingte hier eine frühzeitige gegenseitige Compression der Zellen, zwiebelschalige Schichtung etc. Auffallend war, dass die Zellen der Blutgefässe bei dieser Erweiterung allmählich verschwanden. Ob hier durch eine Art Ansteckung seitens der eingewanderten Zellen die Gefässelemente in den gleichen Process der Wucherung geriethen, oder ob an dem Schwund derselben eine einfache Atrophie schuld war, wenn man eine lediglich durch Weiterwucherung eingeführter Zellen bedingte Metastasenbildung annimmt, das wagte die Arbeit nicht strikte zu entscheiden.

Hirt: Ueber Cholelithiasis und ihre Folgen. Nach einer literarischen Uebersicht über das genannte Thema beschrieb der Verfasser einen eigenen interessanten und seltenen Fall.

Dass durch Erguss von gestauter Galle aus der Gallenblase eine gefährliche Peritonitis erzeugt werden kann, ist wohl länger bekannt. In dem vorliegenden Falle war aber eine Stauung der Galle in den gesammten Gallenwegen durch einen Gallenstein

erzeugt, der im Diverticulum Vateri sich definitiv festgesetzt hatte. Darauf hatte sich eine Erweiterung der Gallenwege im linken Leberlappen bis zur Bildung von varicösen Ectasieen dicht unter dem serösen Ueberzug der Leber entwickelt. Dieser letztere war an zwei Stellen über den kleinen Gallencystchen geplatzt, und ein reichlicher Erguss von Galle aus den Gallenwegen durch die genannten Oeffnungen hatte eine fulminante Peritonitis mit tötlichem Ausgang erzeugt.

VI.

Riess: Zur Pathologie der Schrumpfniere. *Riess* beschrieb die Combination einer chronisch-interstitiellen Nephritis mit einem acuten parenchymatös-degenerativen Process.

Er stellte die Ansicht auf, dass dieselbe Niere wiederholt von der durch *Virchow* und *Frerichs* geschilderten Erkrankungsform (trübe Schwellung, fettige Degeneration und Collaps der Harnkanälchen, secundäre Bindegewebsentwicklung mit Ausgang in Schrumpfung) befallen werden kann.

Der makroskopische Befund der von *Riess* beschriebenen Niere zeigte neben einer kleinkörnigen Beschaffenheit der Oberfläche eine gewisse Verdickung des ganzen Organs neben grau-weisser Färbung der Corticalsubstanz; der Durchschnitt wies hier eine Vergrösserung des Hilus mit entsprechender Vermehrung des Fettgewebes im Hilus auf. Mikroskopisch fand man: trübe Schwellung und Nekrobiose des noch erhaltenen Epithels in der ganzen Corticalsubstanz, wie man sie bei acuter parenchymatöser Nephritis zu finden pflegt. Daneben kamen geschrumpfte Stellen vor und zwar in grosser Anzahl; es handelte sich um kleinere Schrumpfungsherde meist dicht unter der Kapsel gelegen. Analysirte man diese genauer, so fand man in ihrem Bereiche kernreiches Bindegewebe, und in dasselbe eingebettet Zellenzeilen, welche die Richtung etwa daselbst untergegangener collabirter Harnkanälchen andeuten mochten. Hie und da war auch noch ein Harnkanälchen mit erhaltenem Epithel, aber ohne Lumen zu erkennen. Die *Gieson*'sche Färbung war besonders geeignet, den Bereich des vermehrten Bindegewebes auch im Innern der Niere zu kennzeichnen. Es fanden sich auch im Innern kleinere Herde geschrumpften Parenchyms, die auch die unverkennbaren Ueberreste einzelner geschrumpfter Malpighischen Körperchen enthielten. Es hatte also vor Zeiten ein Schrumpfungs-

process stattgehabt, der zu partieller, herdweiser Verödung im Innern des Organs geführt hatte. In zweiter Linie war der Zustand des Epithels, und zwar in allen Abschnitten des Labyrinths derart, wie man ihn als pathognomonisch bei acuter parenchymatöser Nephritis zu bezeichnen pflegt: feinkörnige Trübung, Schwellung der Epithelien, die vielfach bis zu völliger Zuschwellung des Lumens ging, und Nekrobiose, die sich in der Unmöglichkeit, eine Kernfärbung der Epithelien zu erzielen, darstellte. Damit erklärte sich die pralle Intumescenz und die helle, weissliche Verfärbung in der Corticalis, welche bei dem ersten Anblick für eine hyperplastische Vergrösserung der Harnkanälchen angesprochen werden konnte. Wie bedeutend die Harnstauung innerhalb der Niere durch den Verschluss der Abflusswege des Harns gewesen sein musste, zeigte die beträchtliche Vergrösserung der Bowmann'schen Räume, d. h. der Abstand der Kapsel von der Oberfläche der Glomeruli. Auch das Epithel war hier theils gelockert, theils abgefallen. An den epithelfreien Glomerulusschlingen war aber eine besondere Kernwucherung nur theilweise zu constatiren.

Riess kommt zu dem Schlusse, dass in diesem Falle eine frische Entzündung in acutester Weise zu einem älteren Schrumpfungsprocess sich gesellt hatte, und dass man aus dem anatomischen Verhalten der geschrumpften Stellen schliessen konnte, es habe sich auch damals um eine acute Entzündung mit Ausstossung des Epithels und mit Collaps der Glomeruli gehandelt.

Helfer: Ueber isolirte Cysten der Niere und der Nierenkapsel. Eine fast mannskopfgrosse Cyste der rechten Niere, die hier das ganze retroperitoneale Gewebe entfaltet hatte und zunächst nach ihrem Sitze als eine der Nierenkapsel angehörige Bildung angesehen werden musste, hat *Helfer* untersucht. Der Cysteninhalt war eine hämorrhagisch-seröse, braune Flüssigkeit; die Innenfläche der erheblich dicken Cystenwandung war spiegelglatt.

Abgesehen von dem enormen Umfang, den diese einfache Cyste der Niere erreicht hatte, bot sich für die pathologische Betrachtung insbesondere die Frage nach der Architectur derselben. Denn es war klar, dass für die enorme Leistung, welche der Wandung an jeder Stelle unter Zusammenfassung eines so grossen Flüssigkeitsquantums zugemuthet war, die Natur

auf bestimmte, auf möglichste Festigkeit der Wandungen berechnete Structurweise zurückgreifen musste.

„Wir sehen Aehnliches ja nicht nur am Knochensystem, sondern insbesondere auch im Bau der Fascien, der geformten Bindegewebshäute überhaupt, an der Cornea etc. — überall entsprechen den besonderen Aufgaben der Membran besondere Structur-Principien.

Bei den Fascien vor Allem wird eine nach den verschiedensten Richtungen hin gesicherte Festigkeit dadurch herbeigeführt, dass die Faserrichtungen der constituirenden Bindegewebsringe sich in drei Hauptrichtungen kreuzen." Auch bei unserer Cystenwand hatte die Natur auf dieses Princip zurückgegriffen, und (wenn auch entsprechend der verschiedenen Dicke der Wand und den lokalen Abweichungen durch äussere Unterstützung) nicht überall ganz gleichmässig eine gekreuzte Schichtenfolge konstatirt werden konnte, so war sie doch meistens vorhanden. War der Schnitt so gefallen, dass die innersten Faserbündel der Länge nach getroffen waren, so fand man, dass auf diese innerste Schicht eine zweite und dritte folgten, die alle von circa gleicher Dicke waren. Die beiden äusseren aber zeigten schräg durchschnittene Fasern, und zwar konnte man in der innern von beiden die durchschnittenen Fasern durch die Dicke des Schnittes etwa nach rechts hin, in der äussern Schicht nach links hin eine Strecke weit verfolgen. Wo die Schichten aneinander stiessen, waren sie auf's Innigste verfilzt und es liessen sich auch hier dichte Netze von elastischen Fasern erkennen. Mithin war auch hier die grösste Festigkeit der Wand dadurch erreicht, dass sich die Fasern der verschiedenen Schichten systematisch miteinander kreuzten. So kam es denn zu einer grösstmöglichen Stärke und Haltbarkeit des ganzen Aufbaues.

Krause: Beitrag zur Casuistik der cystischen Degeneration der Niere Erwachsener. Der seltene Fall einer mitten in der Niere gelegenen grossen einkammerigen Cyste, welche das ganze Organ in zwei Theile getrennt hatte, gab Veranlassung zu einer von *Krause* durchgeführten eingehenderen Untersuchung des merkwürdigen Objekts.

Mikroskopisch stellte sich die Cystenwand als eine Aufschichtung fibrösen Gewebes dar. Zwischen den Schichten fanden

sich herdweise Einlagerungen kleiner runder Zellen, und neben diesen sah man Quer- und Längsschnitte von Blutgefässen, von denen offenbar diese Neubildungen gespeist wurden. In der Wandung der Blutgefässe konnte man hier und da eine Vermehrung des Endothels wahrnehmen. Vielleicht darf diese Beobachtung als eine Stütze der Meinung von *Borst* angesehen werden, wonach die kleinzellige Infiltration des Bindegewebes durch Wucherung des Endothels und Auswanderung der Wucherungsprodukte theilweise entstehen soll. Man durfte im gegebenen Falle diese kleinzellige Wucherung ohne Zweifel als einen Vorrath von Keimgewebe ansehen, aus welchem durch weitere Umwandlung in faseriges Bindegewebe die Verdickung der Schwiele im Ganzen bewirkt wurde. Die innere Oberfläche der Cyste war nicht mit Epithel bedeckt, hier sah man vielmehr das Bindegewebe vollständig nackt. Spindel- und sternförmige Zellen reichten aus der ziemlich reichlichen transparenten Grundsubstanz mit ihren Ausläufern bis an die Grenze heran, und nur fettig degenerirte Zellen, gleichfalls Spindelzellen, lagen ganz frei an der Innenfläche. Diese letzte innerste Schicht mass ungefähr 1 mm Dicke; dann kam die schon erwähnte Wucherungsschicht; dann folgte Bindegewebe ältesten Ursprungs, innerhalb welches die Kerne kaum noch zu sehen waren; dann befand man sich im Bereich der anstossenden Niere. An der Grenze stellte sich zunächst wieder eigentliches Granulationsgewebe dar, welches durch etwas derberes Bindegewebe in das Bindegewebe der Niere selbst überging, soweit eben die Niere mit der Cyste in Verbindung trat. Das Nierengewebe selbst war verschieden weit fortgeschritten in einer Verödung, die alle Bestandtheile umfasste. Eine ziemlich breite Zone solch verödeten Parenchyms führte dann zu dem normalen Rest über. Die Verödung selbst stellte sich folgendermassen dar: Zunächst sah man eine Verbreiterung des interstitiellen Bindegewebes auf Kosten der eingeschlossenen Harnkanälchen und Blutgefässe. Dieses Bindegewebe hatte aber den Character der kleinzelligen Infiltration, wie bei der Schrumpfniere. Die Harnkanälchen waren verengt und vielfach durch Fibrincylinder geschlossen, die Glomeruli zu bindegewebigen und amyloiden Schollen entartet. Darnach musste eine Circulationsstörung in der Nachbarschaft der Cyste als Ursache der Verödung dieses Grenzparenchyms angesehen werden. Das zunächst anstossende Parenchym liess die Glomeruli noch

deutlich erkennen; dieselben waren kernreich, wie bei chronischer Entzündung. Die Nierenepithelien waren hier geschwollen, von der Wand zum Theil abgelöst und füllten die gewundenen Harnkanälchen unter gänzlicher Aufhebung des Lumens an. Bei verschiedenen Zellen war nur eine trübe Körnung des Protoplasmas ersichtlich. Auch hier waren einzelne Kanälchen mit hyalinen Cylindern angefüllt.

Dieser Befund bestimmte *Krause*, seine Meinung über die Entstehung und Bedeutung der vorgefundenen Cyste in folgendem Satze auszusprechen: Die Entstehung der Cyste ist in eine sehr frühe Lebensperiode zu setzen, wo noch eine tiefe Trennung der Renculi bestand. Einer der Renculi dürfte als die Grundlage der cystischen Entartung anzusehen sein. Dass Obliterationen einzelner Aeste der Arteria renalis, ja einer ganzen Arteria renalis angeboren vorkommen, beweisen die zahlreichen Fälle von einseitigem Mangel oder weitgehender Atrophie der einen Niere bei gleichzeitig vorhandener Hypertrophie der anderen Niere. *Krause* nimmt an, dass auch der vorliegende Fall auf einer ähnlichen Obliteration, wenn auch nicht der ganzen Arterie, so doch der eines Renculus basirt. Während aber sonst eine einfache Atrophie reaktionslos bis zum Schwunde des Organs verläuft, war im gegebenen Falle eine reaktive Entzündung und Abkapselung des nekrotischen Herdes erfolgt.

VII.

Peters: Ueber Syphilis des Hodens. Der Verfasser gab zuerst eine kurze Uebersicht über die verschiedenen Erkrankungen des Testis und wendete sich dann einer genauen Darstellung des grobanatomischen und histologischen Bildes der Hodensyphilis zu. Am Schlusse seiner Arbeit bespricht er die differentielle Diagnose der Hodensyphilis, der Hodentuberkulose und der malignen Neubildungen des Testis. Des Verfassers eigener Fall betraf einen 66jährigen Mann, an dessen einem Testis im Lauf mehrerer Jahre ein langsames aber stetiges Wachsthum zu konstatiren war.

Makroskopisch hatte der von Sanitätsrat Dr. *Bockenheimer* exstirpirte Hoden die Grösse eines Gänseeies: er war sehr derb und liessen sich deutlich vier Knoten unterscheiden, die durch tiefe Furchen von einander getrennt waren. Das Ganze war von einer dicken und derben fibrösen Gewebsmasse

überzogen, welche die durch die Erkrankung veränderte Tunica vaginalis darstellte; auch einige derbwandige cystöse, mit weissgelblich-schleimiger Masse gefüllte Höhlen fanden sich. Ausser den grossen Knoten, die eine feste gleichmässige Gewebsmasse darstellten, traf man noch auf eine Reihe kleiner Knoten von etwa Haselnussdicke, welche durch konzentrisch gelagerte Gewebsfasern eingeschlossen waren und ein mehr poröses Gefüge aufwiesen.

Die mikroskopischen Verhältnisse des Tumors wurden in der Ordnung beschrieben, dass man von den am wenigsten veränderten Partieen zu den am stärksten veränderten fortschritt.

Einer der mittleren Knoten war es, an dem man am besten die ersten Veränderungen wahrnahm. Diese bestanden in einer chronisch- entzündlichen Reizung des zwischen den Samenkanälchen gelagerten bindegewebigen Stromas. Es handelte sich dabei nicht um die feinsten Kanälchen, sondern um gröbere, dem Centrum des Corpus Highmori naheliegende Ausführungsgänge, deren Lumen und epitheliale Cylinderauskleidung noch vollkommen erhalten war. Hier machte eine perivaskuläre kleinzellige Infiltration den Anfang weiterer Veränderungen, welche in immer dichterer Zusammenlagerung und Anhäufung von Rundzellen bis zur Knotenbildung fortschritt. Die Präparate waren mit Hämatoxylin gefärbt, und es war bemerkenswerth, dass diese jungen Infiltratzellen der Syphilis eine eigenthümlich hellblaue Färbung gegenüber den mehr violetten Tönen der andern Zellen zur Schau trugen. Worauf diese Eigenthümlichkeit beruhte, konnte nicht festgestellt werden. Die herdweise Infiltration wurde schliesslich so dicht an einzelnen Stellen, dass man die einzelnen Rundzellen nicht mehr von einander unterscheiden konnte. Einen Schritt weiter kam man bei Untersuchung derjenigen Präparate, die von den grösseren Knoten stammten. Die Syphilomknötchen waren hier dicht gesät, zum Theil hart aneinandergedrängt und fingen an, durch Konfluenz grössere Knoten zu bilden, die man auch makroskopisch als Gummata syphilitica definiren würde. Sie liessen aber den Uebergang zu diesen grösseren Produkten in folgenden Einzelheiten wahrnehmen: Erstens machte sich in den grössern überall jene Form von Nekrobiose geltend, die, ein Mittelding zwischen fettiger Entartung und fibröser Entartung, die Zellen zwar zum Absterben bringt, aber doch so, dass man eigentlich nur am allerletzten

Ende die vollendete Nekrose statuiren kann. Eine mangelhafte Färbung der Kerne leitete diesen Process ein, dann wurde die bisherige Struktur undeutlich, man erkannte in der Mitte nichts weiter als einige Systeme von Linien und Spältchen, die an eine verunglückte Faserbildung erinnerten. In den grössten Knoten war sodann die ausgeprägte Gummabildung vorhanden, und daneben eine mächtige Schwielenbildung, die das Gewebe weithin durchzog. Was die Cysten anlangt, so bestanden ihre Wandungen wesentlich aus schwieligem Bindegewebe. Dieselben waren mit einem fortlaufenden Epithel bekleidet, welches aus flachen, aber nach innen etwas vorgewölbten Elementen zusammengesetzt war. Die Flüssigkeit, welche enthalten war, dürfte wohl ein Degenerationsprodukt dieser Zellen, zumeist wohl schleimiger, fettiger Detritus gewesen sein.

Tophoven: Das Cystadenom der Prostata. Einen in mancher Beziehung besonders gelagerten Fall von sogenannter Prostatahypertrophie unterzog *Tophoven* einer histologischen Untersuchung: Es ergab sich zunächst im Grossen und Ganzen das für die Prostata-Hypertrophie typische Bild; indessen waren mannigfaltige, wenn auch nicht wesentliche Abweichungen davon zu constatiren. Erstens: die Erweiterung der Drüsen-Tubuli überwog ganz erheblich die Neubildung derselben. Wegen des Reichthums an bis zur Cyste erweiterten Hohlräumen der Drüse musste die ganze Entartung als eine hypertrophia glandulae cystica bezeichnet werden. Denn thatsächlich erreichte die Grösse der Hohlräume, welche ohne Zweifel aus Erweiterung der Tubuli entstanden, den Umfang eines Hirse- selbst eines Hanfkornes, sodass für den ersten Eindruck gerade das cystische Element entschieden überwog. Der Vorgang der Erweiterung der einzelnen Tubuli liess sich leicht an Uebergangsbildungen studiren, welche zeigten, wie die Tochter-Tubuli zunächst eröffnet, erweitert und nivellirt wurden, sodass nur noch kleine, leistenartige Vorsprünge die Septen bezeichneten, welche zwischen den benachbarten, erweiterten Tubulis bestanden hatten. Der Tubulus erlangte dadurch eine äussere Aehnlichkeit etwa mit den Alveolargängen der Lunge, wie man sie bei Emphysem zu sehen gewohnt ist. Immerhin sah man auch in einigen wenigen Parthieen ein sprossenartiges Auswachsen des Epithels, und damit war das neoplastische oder hyperplastische

Element der ganzen Störung wenigstens gekennzeichnet. Die Frage nach der Entstehung der Erweiterung wurde durch den Befund grosser Mengen von Prostata-Concretionen beantwortet. Diese Concretionen konnten hier in allen Stadien ihrer Entwickelung verfolgt werden. Kleine Gallertkörner von geschichteter Structur, blass, sassen etwa gruppenweise in einem noch erhaltenen Tubulus, dann folgten grössere Körner, welche eine braune Farbe hatten und eine unregelmässige, oft polyedrische Begrenzung. Dann sah man in sehr erweiterten cystischen Räumen mächtig grosse Gallertkörner, die sich bei genauerer Untersuchung zusammengesetzt zeigten aus vielen kleinen, die in eine homogene Grundsubstanz eingebettet waren. Hier konnte man sich also ganz deutlich überzeugen, dass unter Umständen das gesammte in einem Tubulus enthaltene Sekret gerinnen und zum Prostata-Körperchen werden kann. Wo nun diese Concremente lagen war die Wand der Tubuli respective der Cysten zu einem eitrigen Katarrhe gereizt, und das katarrhalische Sekret brachte seinerseits gelegentlich wieder eine Auflösung der schon gebildeten Concretionen zu Wege. In solchem Falle sah man eine grössere Concretion etwa zur Hälfte wieder aufgelöst, sodass die abgelösten Bruchstücke wie Scherben in den angesammelten Eitermassen schwammen. Auch fand man nicht selten Abscesse, die sich im Bindegewebe der Drüse gebildet hatten, was auf eine generelle Entzündung der Drüse neben cystoider Entartung hinwies. Endlich sei noch hervorgehoben, dass in einzelnen Prostata-Körperchen auch hämorrhagische Einschlüsse vorkamen, dunkelbraunrote, geballte Massen, die wenigstens äusserlich sich in nichts von gewöhnlichem Blutpigment unterschieden. Das Stroma der Drüse zeigte abgesehen von den schon erwähnten Abscedirungen keine bemerkenswerthen Veränderungen.

VIII.

Rademacher: Ein Fall von Sarcoma cervicis uteri. *Rademacher* beschrieb einen Cervixtumor, der sich als zufälliger Befund bei einer 43jährigen Frau ergab. Die vom äusseren zum inneren Muttermund reichende Neubildung zeigte eine ganz abnorme Weichheit, so dass ein Abscess vermuthet wurde. Ein Einschnitt entleerte röthlich-weissen Brei, dessen

frische mikroskopische Untersuchung eine grosse Zahl der abenteuerlichsten Zellformen darbot: es fanden sich keulenförmige, kugelige, flaschenförmige, sternförmig ausgebuchtete Zellen, welche theils concentrisch zusammengeschaart waren, theils sich zu Bündeln und Strängen gruppirt hatten. Nach diesem Befund hätte man ohne weiteres an ein Carcinom denken können, wenn die Qualität der Zellen nicht widersprochen hätte. Das Protoplasma derselben nämlich war stark glänzend, offenbar sehr dicht, homogen, ja leuchtend, und die Kerne in ihrer Form zwar wechselnd, meistens jedoch länglich, ebenfalls homogen, und die meisten ohne Andeutung von Kernkörperchen. An Schnitten durch die Geschwulst war zunächst zu ersehen, dass die Grenze der Geschwulst nach innen zu weit in die Muskulatur des Cervix hineinragte. Nur noch wenige Lamellen ganz intakter Muskelsubstanz waren noch unter der Serosa an den Gefässen zu constatiren. Sodann folgte eine Zone, in der man die Muskelbalken in den Muskelfascikeln durchsetzt fand mit rundlichen, dickspindelförmigen und bandartigen Zellen. Die Kerne derselben waren oft reihenförmig aneinander geordnet, und man gewann den Eindruck, dass die Muskelfasern selbst es seien, die durch fortgesetzte Theilung in die jugendlichen Formen übergingen. Näherte man sich nun den weichen Stellen der entwickelten Geschwulst, so wandelten sich die erwähnten Heerde kleiner Zellen in immer grösser und grösser werdende Zellnester um, zwischen denen das weniger veränderte Gewebe sparsame Balken bildete, die einem Krebsstroma durchaus ähnlich sahen. Bis dahin war die Geschwulst wohl als ein alveolaeres Sarcom zu bezeichnen. Nun aber folgte ein weiteres Wachsthum der neugebildeten kleinen Zellen bis zur Ausbildung der am Eingange beschriebenen höchst seltsamen Zellformen. Als Abkömmlinge der glatten Muskelfasern strebten sie im Allgemeinen der Ausbildung von Elementen zu, die eine qualitative Aehnlichkeit mit glatten Muskelfasern wohl erkennen liessen, andererseits erinnerte die oft sehr auffallende Abplattung der Zellen und ihre concentrische Schichtung, auch die Zusammenschaarung zu Strängen und Bündeln an das Bild des Endothelioms. Es handelte sich also im ganzen um ein aus glatter Muskulatur entwickeltes Sarcom mit endotheliomähnlicher Metamorphose.

Löffler: Ein Fall von Ovarialkystom. *Löffler* teilte einen Fall von mächtigem uniloculärem Ovarialkystom mit. Der Hauptkörper der Cystenwand bestand im Wesentlichen aus Bindegewebe. Dasselbe trat in mehrfach übereinander dicht geschichteten Lamellen auf. Dabei war zu bemerken, dass die Hauptrichtung der Faserzüge in den benachbarten Lamellen sich kreuzte. Dieselbe Richtung kehrte erst in der 3. bis 4. Lamelle wieder. Diese Anordnung findet sich bekanntlich auch in den normalen Häuten, die unter Druck einen Hohlraum zu umspannen haben, wie z. B. die Cornea, die Harnblase etc. Zwischen den Lamellen der Cystenwand fanden sich ausserdem noch an gewissen Stellen Ueberreste anderer Gewebe, die ihrer Qualität nach schwer zu bestimmen waren. Am meisten traf man noch einzelne Zellengruppen oder gar noch einzelne Zellen vor, die nicht in den Typus des Bindegewebes passten.

Ein ziemlich derbes Stück der Cyste bestand aus Muskelgewebe. Züge glatter Muskelfasern, welche in ein lockeres Bindegewebe eingebettet waren, durchkreuzten sich in verschiedenen Richtungen. Auch am Querschnitte der Fascikel konnte man Bilder erhalten, wie man sie beispielsweise an den Arterienmuskeln findet, wenn man den Aequator des Gefässes einstellt. Dieser Befund erinnerte so sehr an die Muskelmassen, welche man gelegentlich in Eierstockkystomen dermoider Beschaffenheit antrifft, dass sich die Frage von selbst aufstellte, ob nicht dieses Kystom vielmehr zu den Dermoiden als zu den glandulären Kystomen zu rechnen sei. Es sprach dafür unzweideutig ein weiterer Befund, nämlich der von Lanugohärchen und von einem Büschel dünner Haare, welche auf der Wand der Cyste hafteten.

„Man hat zwar bis jetzt die grossen uniloculären Kystome des Ovariums zu den glandulären gerechnet; inzwischen steht auch der Annahme nichts entgegen, dass einmal ein Dermoidkystom durch excessives Wachsthum einen sehr grossen Umfang erreichen könnte, wie er in gegebenem Falle vorliegt. Gewiss ist dies ein seltenes Vorkommniss, da die Dermoidcysten meistens kaum Faustgrösse erreichen".

Militzer: Ein Fall von Ovarialkystom mit Stieldrehung. Hier wurde der Mechanismus der Drehung ausführlich besprochen und auf die salutäre Wirkung der Adhäsionen aufmerksam gemacht, welche eine weitere Drehung verhinderten, andererseits freilich dem Tumor neue Nahrung zuführten.

Grossbeckes: Ein Rundzellensarcom der Mamma bei einem 18jährigen Mädchen, das innerhalb 4 Wochen sehr rasch gewachsen und dann (von Prof. *Rosenberger)* operirt worden war. Es fand sich ein apfelgrosser Tumor, gegen Haut und Unterlage leicht verschiebbar, von ziemlich derber Consistenz. Die klinische Diagnose war auf Adenom gestellt worden. „Die Frage von der Entstehung der Sarcome hat sich mehr und mehr dahin zugespitzt, festzustellen, ob wir eine örtliche Entstehung durch einen bestimmten, von einer ersterkrankten Stelle ausgehenden Reiz und event. eine diesen Punkt betreffende krankhafte Disposition annehmen sollen, oder eine das ganze Gebiet, in unserem Falle die ganze Brustdrüse, betreffende Prädisposition, die dann an verschiedenen Stellen zum Ausbruch kommt. Durch diese Frage wird auch die histologische Frage wesentlich präjudicirt". *Grossbeckes* hat von diesem Gesichtspunkt aus eine Geschwulst der Mamma mit ausgesprochen sarcomatösem Typus untersucht, ihre Natur in vielen einzelnen Punkten festgestellt und besondere Aufmerksamkeit der Untersuchung des Randes und der zunächstliegenden Gebilde geschenkt. „Bezüglich des Fortgangs der Erkrankung an den peripherischen Gebilden bleibt uns immer die Frage, ob Sarcomzellen, die hier auftreten, an Ort und Stelle entstanden, oder ob sie von der Hauptgeschwulst zugeströmt sind und also als Abkömmlinge einiger vielleicht zuerst erkrankter Zellen angesehen werden müssen. Im ersteren Falle müsste eine Infektiosität flüssiger Produkte der Geschwulst oder aber die schon erwähnte gesammte Prädisposition zur Erkrankung angenommen werden".

An der Grenze der sarcomatösen Geschwulst sah man in dem Fettgewebe, welches den Tumor umgab, stellenweise ganz unveränderte Trauben-Acini, die also bestanden aus einem Ausführungsgange, der in Gruppen von terminalen Follikeln überging, die zunächst umgeben waren von einem lichten Bindegewebshof, dann von concentrischen Lagen derberen Bindegewebes, welche den Zusammenhang mit ähnlichen Endacinis vermittelten. Einen halben Centimeter von der Grenze der Geschwulst war keine Störung zu bemerken, dann folgten nach der Geschwulst zu Acini, bei denen jenes lichte Bindegewebe reichlicher und immer reichlicher mit runden Zellen bevölkert war, während auch spindelförmige Zellen darin zu sehen waren. Die Zellen häuften sich besonders dicht um die Acini herum an, so dass es schliesslich schwer ward, die epithelialen Elemente von den nicht

epithelialen mit dem Auge zu sondern. Der Eindruck einer Ansammlung von Rundzellen um die epithelialen Teile der Acini drängte sich mehr und mehr auf, und gleichzeitig war zu bemerken, dass auch in dem benachbarten Bindegewebe sich Stränge fanden, längs deren möglicherweise die Zuwanderung der zelligen Elemente bewerkstelligt werden konnte. Es waren das Spalten im Bindegewebe ohne Acini, deren Mitte ein Blutgefäss vom Kaliber einer kleinsten Arterie enthielt, so dass der Totaleindruck erwuchs, als ob durch das periarteriitische Bindegewebe eine Ausbreitung der Geschwulst befördert respektive in der Hauptsache bewerkstelligt wurde. Darnach war also das expansive Wachsthum der Geschwulst als eine fortschreitende Infiltration mit den im Ueberfluss gebildeten rundzelligen Elementen anzusehen und man befand sich in dieser Meinung im Einklang mit der gegenwärtig herrschenden Theorie der lokalen Ausbreitung gegenüber der Infektionstheorie.

„Diese letztere Auffassung, welche bekanntlich namentlich von *Thiersch* vielfach gepflegt und mit guten Argumenten gestützt wurde, also die regionale Erkrankung ganzer Innervations- und Gefässgebiete, wie hier der Brustdrüse, hat gerade bei den Sarcomen sich einigen Eingang zu schaffen gewusst. Sieht man doch oft, dass Sarcome der Haut multipel auftreten, wo dann das ganze Organ, die Haut, als erkrankt anzusehen ist und für jeden einzelnen Geschwulsttheil vielleicht noch ein kleiner lokaler Reiz als ursächliches Moment in Betracht kommt. Multiples Auftreten von Sarcomen ist in der Mamma häufig beobachtet, so dass gerade hier eine generelle Disposition nicht immer ausgeschlossen werden kann". Die von *Grossbeckes* untersuchte Geschwulst war circa wallnussgros, derb, abgekapselt; ihre Schnittfläche bot ein homogenes röthlich-weisses Aussehen, ohne Spalten erkennen zu lassen. Was ihren Aufbau betraf, so zeigte dieselbe in allen Theilen den Charakter eines mässig grosszelligen Rundzellen-Sarcoms, welches sich wesentlich mit der Ausbildung einer typischen Zelle begnügte und nur an einzelnen Stellen Züge von Spindelzellen erkennen liess, aber einer eigentlichen Grundsubstanz entbehrte. Die Zellen bildeten Stränge, die sich durchflochten und sich am Querschnitt als rundliche Balken abgrenzten. Es liess sich also nach all dem Gesagten vermuthen, dass die Geschwulst durch eine sarcomatöse Infiltration der derben Bindegewebslamellen, welche die Acini in concentrischer Schicht umgeben, entstanden war. An den Grenzen konnte man sich hier-

von auf das Deutlichste überzeugen. Gegen die Mitte der Geschwulst wurden die Bindegewebslamellen mehr und mehr zur Atrophie gebracht und sie wirkten hier nur einigermassen mitbestimmend auf die Eintheilung der Geschwulst in einzelne grössere Lappen. Inmitten dieser Lappen konnte man häufig die letzten Ueberreste der Milchdrüsenepithelien wahrnehmen. Im Uebrigen hat *Grossbeckes* eine gute Darstellung der in der Mamma beobachteten und in der Literatur beschriebenen Sarcomformen seiner Arbeit eingefügt.

Marggraff: Recidiv eines Mammacarcinoms 8 Jahre nach der Operation. Bei einem 8 Jahre nach der Operation recidivirten Mammakrebs, den *Marggraff* beschrieb, zeigten alle hergestellten Präparate eine Zweitheilung, welche einerseits ein deutlich ausgeprägtes hartes Mammacarcinom, andererseits eine überaus derbe und dichte Bindegewebsmasse mit nur spärlichen, zelligen Einlagerungen erkennen liess. Der Hauptantheil an der ganzen Geschwulst kam freilich dem voll entwickelten Scirrhus zu. Dieser war es, welcher den sicht- und fühlbaren Knoten hervorgebracht hatte. Er repräsentirte das eigentliche Recidiv. Dennoch war der geringere schwielige Antheil von grösserer Wichtigkeit für die Beantwortung der Frage, inwiefern etwa das späte Recidiviren der Geschwulst aus der Beschaffenheit der Narbe erklärlich gemacht werden konnte. Darüber konnte ja kein Zweifel bestehen, dass die Narbe als der Mutterboden der neuen Geschwulst angesehen werden musste. Dafür sprachen auch die histologischen Bilder, welche man an der Grenze des narbigen Gewebes und der neuen Krebsgeschwulst antraf. Man sah hier, wie das Bindegewebe durch Wucherung seiner Zellen gelockert war, und wie in diesem Gebiete ein reichliches Auftreten von Epithelzellennestern hervortrat. Diese Zone ging dann nach aussen in die gewohnte Krebsstruktur über, während sie nach der Narbe, also nach innen zu, zunächst in eine breite Schicht epithellosen Bindegewebsparenchyms und dann in die Narbe selbst überging, innerhalb deren nur zerstreute ganz kleine Epithelnester gefunden wurden, die ausserdem einen etwas ungewöhnlichen Anblick gewährten. Es handelte sich nämlich hiebei um runde Querschnitte von Hohlräumen, die an ihrer inneren Oberfläche mit einem Endothel ausgekleidet waren. Es erschien

wahrscheinlich, dass es sich dabei um Lymphgefässe handelte. *Marggraff* kam schliesslich zu der Anschauung, dass durch eine stärkere Reizung in der Narbe sich zunächst ein inflammatorischer Zustand an der Oberfläche entwickelt habe und dass dann durch die bessere Ernährung zerstreute Keime, die in der Narbe zurückgebieben waren, zu einem regeren Wachsthum bestimmt worden seien, während sie wahrscheinlich bis dahin sich in einer vita minor befanden, die durch die schlechten Ernährungsverhältnisse innerhalb des Narbengewebes erklärbar sein dürfte.

Beckmann: Ein Fall von Aneurysma dissecans aortae. *Beckmann* hat ein Aneurysma dissecans aortae beschrieben, das zur Bildung einer sog. doppelten Aorta geführt hatte, schliesslich aber durch eine Blutung in den Herzbeutel tötlich geworden war. Es zeigte sich bei diesem Fall das eigenthümliche Verhältniss, dass die zweite Einbruchstelle nicht die gewöhnliche war, vielmehr eine quere Durchtrennung der Media und Intima an der linken Arteria renalis stattgefunden hatte, so dass das Blut durch den Querriss des Stammes der Aorta austrat und durch die Oeffnung der Arteria renalis wieder eintrat. Dabei zeigte die linke Niere keine auffallende Veränderung, sondern nur eine gewisse Anämie in allen Teilen. Der Fall stammte aus der Klientel des Professor Dr. *Rosenberger*.

IX.

Reisch: Caput obstipum musculare. *Reisch* erhielt aus der *Hoffa*'schen Klinik 3 Fälle von Caput obstipum musculare zur Untersuchung und fand zunächst jedesmal eine sehr erhebliche Verdickung des interstitiellen Bindegewebes der Muskeln. Man sah einerseits die von der Muskelscheide, andererseits die von den eintretenden Gefässen und Nerven ausgehenden Bindegewebssepta beträchtlich geschwellt und von ihnen aus feinere Fortsätze zwischen die gröberen Bündel des Muskels eintreten. Dieses Bindegewebe war im ganzen von sehr erheblicher Konsistenz und Dichtigkeit; man konnte dies aus der ziemlich starken Färbung, welche das Bindegewebe in seiner Grundsubstanz erfahren hatte, erkennen.

Von einem Process, der direct als Entzündung zu bezeichnen gewesen wäre, auch nur als chronische, konnte nichts wahrgenommen werden. Das Bindegewebe hatte überall die Gestalt

des völlig reifen Bindegewebes mit Kernen, die in gleichen Abständen über die Grundsubstanz vertheilt waren. Keine Erscheinung von Zelltheilung und dergleichen liess sich wahrnehmen. Es war somit nicht undenkar, dass hier in erster Linie bloss eine Zusammenziehung des Bindegewebes auf einen kleineren Raum im Anschluss an das Schwinden des den Raum einnehmenden Muskels stattgefunden hatte. Dafür sprach auch die ziemlich ausgesprochene Schlängelung der im Bindegewebe verlaufenden arteriellen Gefässe.

An den Muskeln selbst war die Atrophie der einzelnen Muskelfasern deutlich an jedem Querschnitt zu sehen, der überhaupt einzelne Muskelfasern erkennen liess. Es fanden sich da Muskelfasern von recht verschiedenem Kaliber bis zu verschwindend kleinen; jedoch waren auch stellenweise auffallend dicke Muskelfasern vorhanden.

In Beziehung auf den Befund selbst war noch eine Beobachtung von Interesse, die von den bisherigen nicht sowohl abwich als vielmehr eine weitere Ergänzung zu denselben und eine Erklärung der oft so deutlich sichtbaren Massenzunahme des Bindegewebes bildete. Es war dies die directe Umwandlung der Muskelfaser in einen bindegewebigen Strang. Dazu gehört eine chemische Metamorphose der Muskelsubstanz, welche sich in der ungenügenden Färbung des Protoplasmas aussprach, und weiters eine Umwandlung der Muskelkerne sowie der Sarkolemmkerne in die dem Bindegewebe eigenthümlichen, ganz dünnen, stäbchenförmigen Kerne. An Querschnitten atrophischer Muskelbündel sah man in diesem Falle einzelne Felder, welche mit noch deutlich erkennbaren Muskelfasern sozusagen in Reihe und Glied standen und mit ihnen insgesammt das ganze Querschnittsfeld bildeten, die aber von blasser Farbe und mit Kernen versehen waren, welche einen sehr dunkel gefärbten Querschnitt zeigten, oder, was häufiger war, einen ganz schmalen fadenförmigen Längsschnitt aufwiesen. An Längsschnitten konnte man beobachten, wie 3 oder 4 Muskelfasern bei dieser Gelegenheit mit einander verschmolzen und einen grösseren Ballen dieses in Frage stehenden Uebergangsgewebes bildeten. Daneben sah man dann ausgebildete Bindegewebsfascikel, die durch ihre Walzenform und ihren Unterschied von allen etwa ähnlichen Gebilden, wie Nerven u. s. w., sich als umgewandelte Muskelbündel charakterisirten. Es wäre damit eine directe Metaplasie der Muskelfasern in die Binde-

substanz gegeben, und die Anhäufung von Bindegewebe nicht auf einen Entzündungsprozess sondern auf diesen metaplastischen Vorgang zurückgeführt. — Nervenquerschnitte erschienen vielfach im Gesichtsfelde und verriethen die auch an ihnen statthabende Atrophie dadurch, dass die derbe, bindegewebige Scheide ihr altes Kaliber bewahrte, während die eingeschlossenen Nerven bis auf die Hälfte ihrer Kaliber oder noch weiter zurückkehrten.

Von einer Fettgewebsneubildung war nur im 2. Falle etwas zu sehen. Hier waren zwischen die Muskelfascikeln Streifen von Fettgewebe eingebettet. Das Ganze erinnerte an die auch sonst bei ruhenden Muskeln vorkommende, fälschlich Fettentartung genannte Fettdurchwachsung der Muskeln.

X.

Schmidt: Beiträge zur Casuistik der Hautgeschwülste. Drei seltene Varietäten histioider Tumoren finden sich in der Arbeit von *Bruno Schmidt* veröffentlicht.

Erstens handelte es sich um einen viele Jahre bestehenden, langsam gewachsenen Tumor des linken Unterschenkels bei einer 36jährigen Frau. Die derbe, etwa taubeneigrosse Geschwulst war gegen die Unterlage verschieblich, ebenso gegen die Haut und war bequem und mit dauerndem Erfolg exstirpirt worden.

Die mikroskopische Untersuchung ergab ein Fibrom, welches durch die stellenweise cystische Erweiterung kleiner Lymphgefässe ausgezeichnet war. Damit durfte das beobachtete Auf- und Abschwellen der Geschwulst in Zusammenhang gebracht werden. An manchen Stellen fanden sich reichlichere Gefässe, in deren Umgebung ein grösserer Reichthum an jüngeren Bindegewebszellen zu konstatieren war. Vielleicht durfte man solche Bezirke als Stellen auffassen, an welchen die Geschwulst noch im Wachsthum begriffen war. Die Hauptmasse des Tumors aber bestand aus einem derben Fasergewebe, dem blasse Spindelkerne in mässiger Menge eingelagert waren. An den Lymphgefässen fiel die Wucherung der Endothelzellen an vielen Stellen auf.

Der zweite Fall betraf einen 52jährigen Mann, der seit seiner Jugend an der Stirne eine Geschwulst von der Form, Grösse und Farbe einer Linse besass. Seit ungefähr 10 Jahren fing dieselbe an grösser zu werden, ohne Beschwerden zu machen; in den letzten 2—3 Jahren jedoch war die Geschwulst stärker

gewachsen und zeigte von Zeit zu Zeit die Eigenschaften eines Geschwürs. Ein zeitweises Wachsen und Zurückgehen der Geschwulst wiederholte sich regelmässig alle sechs bis acht Wochen.

Auch diese Geschwulst wurde exstirpirt (Prof. *Rosenberger*) und verlief die Heilung glatt.

Der Tumor erwies sich als eine beetartige Erhabenheit der Haut, als ein eiförmiger Körper, der ganz nach allen Seiten eingekapselt erschien und über welchen die Haut intakt, wenn auch stark verdünnt, hinüberzog. Mikroskopisch bestand die Geschwulst, abgesehen von den Bindegewebssepten, die sich zwischen den grösseren Abtheilungen derselben einschoben, aus umfänglichen und vielgestaltigen und mit einander anastomosirenden Zellencomplexen, und aus zwischen diese letzteren eingelagerten Hohlräumen unter mannigfachsten peripheren Begrenzungen.

Begab man sich von der gesunden Haut auf die den Tumor überziehende Partie derselben, so fand man in der Umgebung der Geschwulst vor allem eine überaus reichliche Entwicklung der Talg- beziehungsweise Haarbalgdrüsen, wobei diese Drüsen nicht selten von Heerden leukocytärer Infiltration umgeben erschienen. Der Papillarkörper zeigte in diesem Bereich spärliche Erhebungen und diese Erhebungen verschwanden in der den Tumor überziehenden Hautpartie vollständig. Je mehr man sich der Kuppe der Geschwulst näherte, desto dünner wurde das Stratum der Epidermis und desto schmäler der Saum von Coriumgewebe, welcher zwischen der eigentlichen Geschwulst und der Epidermis sich einschob. An einzelnen Stellen schien auch dieser schmale Raum bereits von der Geschwulst durchbrochen. Die Begrenzung der Geschwulst nach der Unterlage zu geschah ebenfalls durch eine schmale Schicht von (dem Corium angehörigem) Bindegewebe, auf welche dann nach unten das subcutane Fettgewebe folgte. Es war daher die Geschwulst in das Corium selbst eingelagert.

Die einzelnen Geschwulstkörper selbst zeigten eine so mannigfache Gestaltung, dass eine erschöpfende Beschreibung des komplizirten Bildes gar nicht möglich war. Hier fand man solide Zellencomplexe von grossem Umfange, die an ihrer Peripherie verschiedenartige, oft mit kolbenförmigen Anschwellungen versehene Ausläufer hervortrieben; dort sah man diese Ausläufer mit einem zierlichen Netz von Zellsträngen in Verbindung stehen. Hier schienen in den gröberen Bindegewebssepten der Geschwulst

die praeexistirenden Lymphräume mit einer Zellenmasse injicirt; dort fand sich ein ganz unregelmässig aufgebauter grosser Geschwulstknoten, der aus einer dichtgedrängten Zellenanhäufung sich zusammensetzte, welche durch kleinere und grössere, rundliche und ovale und schliesslich sogar durch förmlich cystenartige, vielgestaltige Hohlräume durchbrochen war.

Was die Zellen selbst anlangt, welche die also gestalteten einzelnen Geschwulstkörper zusammensetzten, so trat auch hier eine gewisse Ungleichförmigkeit hervor. So viel liess sich aber sagen, dass es Elemente von der Gestalt und Beschaffenheit der Endothelien waren, Zellen, die je nach der Richtung, in der sie in dem Schnitt getroffen waren, bald als platte, protoplasmatische Körper mit schönen hellen, runden und ovalen Kernen sich darstellten, bald als mehr langgestreckte, spindelige Elemente erschienen. Auch an den für die endotheliale Zellart charakteristischen, concentrischen Schichtungen der Zellen um eine oder mehrere Zellen der gleichen Art als Mittelpunkt fehlte es nicht.

Zwei Punkte waren an den Geschwulstzellen noch bemerkenswerth: einmal die Thatsache, dass die Peripherie der Zellstränge hier und da eine Anordnung der Zellen nach Art eines einschichtigen, kubischen, ja fast cylindrischen Epithels zeigte, und zweitens das Auftreten einer eigenthümlichen Degeneration, die dadurch charakterisirt war, dass zwischen den Zellen eine leicht gestreifte reichliche Grundsubstanz auftrat, während die Kerne der Zellen heller wurden oder das Chromatin in Bröckel zerfiel oder der ganze Kern schrumpfte und Vacuolen im Zellleib auftraten.

Es blieb fraglich, ob die also degenerirten Partieen durch Entartung der Geschwulstzellencomplexe selbst hervorgegangen waren oder einer eigenthümlichen Metamorphose des bindegewebigen Stützgerüstes ihre Entstehung verdankten. Dieses letztere fiel im Bereich der Geschwulst einer ausgiebigen, rückläufigen Metamorphose anheim.

Es wurde schon hingewiesen, dass zwischen den Zellsträngen mit ihren kolbenförmigen Auftreibungen und ihren varicösen oder ampullenartigen Verbreiterungen vielgestaltige Hohlräume entstanden; nun sei nachgeholt, dass diese Hohlräume einer schleimigen Entartung des Stützgerüstes ihre Entstehung verdankten. Man fand alle Uebergänge von einer einfachen Auseinanderdrängung der Bindegewebsfasern und -zellen durch Einlagerung einer homo-

genen, hellen Masse bis zur Auflösung des Stützgerüstes in ein zartes Netz mit sternförmig verästelten Zellen und schliesslich bis zu Bezirken, in denen das ganze Stützgerüst in eine gleichmässige hyaline Substanz aufgegangen war, in der sich nur vereinzelte Fasern und Zellenreste nachweisen liessen.

So lagen also an vielen Stellen die Geschwulstzellencomplexe allseitig in einer schleimigen Grundsubstanz. Wo die Geschwulstzellen sehr dicht gehäuft waren, da entstanden in Mitte der Geschwulstkörper kleinere und grössere, mit derselben Masse gefüllte rundliche und ovale Räume. Nach alledem wird man wohl keinem Widerspruch begegnen, wenn man die Geschwulst als ein Endotheliom auffassen möchte, als eine Neubildung, die aus den Endothelien der Lymphgefässe ihren Ursprung genommen hat. „Die schleimige oder hyaline Degeneration des Stützgewebes, welche das histologische Bild complicirte, wird unserem Verständnis näher gerückt durch die Ueberlegung, dass die Stoffwechselprodukte der Endothelien, welche in Folge der totalen Ausfüllung des Lumens der Lymphgefässe in die Binnenräume des Lymphgefässsystems nicht abgesondert werden können, nunmehr nach aussen in das Stützgewebe abgelagert werden und hier zu einer myxomatösen Erweichung des letzteren Veranlassung geben.

Drittens: eine 64jährige Frau, die vor 12 Jahren wegen eines hühnereigrossen „Sarcoms" operirt worden war (Prof. *Riedinger*). Dasselbe befand sich zwischen Processus ensiformis und Nabel und war mit der Fascie leicht verwachsen. Die Heilung verlief reaktionslos. Patientin war 11 Jahre freigeblieben, dann entwickelten sich regionär 2 Tumoren, ein kleiner und ein grosser. Mikroskopisch konnte man an der Geschwulst zwei übrigens auch makroskopisch zu differenzirende Zonen unterscheiden: eine äussere schwielige und eine grössere innere, von medullärer Beschaffenheit. Die schwielige Schicht zeigte (in eine gleichmässig faserige und mächtig entwickelte Grundsubstanz eingelagert) ein verschieden breites Netz von Zellsträngen, dessen ganze Anordnung sich durchaus ausnahm wie eine Injektion sämmtlicher Saftspalten der betreffenden Oertlichkeit mit Zellen. In der tieferen Schicht trat die Grundsubstanz, beziehungsweise das Stützgerüst ganz zurück gegenüber einer mächtigen Zellenmasse, die hauptsächlich in zwei Formen auftrat: einmal wieder in der Form eines engmaschigen Netzes und dann in der Bildung grösserer Knoten, welche zwischen die

eben erwähnten Zellennetze eingelagert waren, von Knoten, die einen alveolären Bau zeigten, indem in einem grosszelligen Stützgerüst rundliche und ovale, mit ausgeschweiften Contouren versehene, vielgestaltige Anhäufungen intensiv gefärbter Zellen eingelassen waren; diese Anhäufungen erschienen theils solid, theils umschlossen sie einen oder mehrere Hohlräume. Es fanden sich auch Uebergänge von den dichten Zellennetzen zu den eben beschriebenen Geschwulstknoten, beziehungsweise standen diese mit jenen derart in Verbindung, dass die Zellenstränge in den netzartig angeordneten Partieen mit den Alveolen der grösseren Geschwulstknoten vielfach communicirten. Man hatte es also auch hier wieder mit einem Endotheliom zu thun, welches nicht nur die grösseren und kleineren Lymphgefässe einnahm, sondern auch das ganze Saftspaltensystem besetzt hatte.

Zappe: Zur Histologie der melanotischen Geschwülste. *Zappe* untersuchte drei Fälle von primären melanotischen Tumoren, die an verschiedenen Stellen der Körperhaut entstanden waren. Die Geschwülste wichen in histologischer Beziehung nicht unerheblich von einander ab.

1. Ein Melanom des Ohres. Hier hatte man es mit einem ganz ausgesprochenen Spindelzellensarkom zu thun, welches sich von dem subepithelialen Bindegewebe der Cutis entwickelt hatte. Die Entwicklung hatte hier, wie in so vielen anderen Fällen, ihren Ausgang genommen von gewissen braun pigmentirten Zellen, die hauptsächlich in der Mitte der Hautpapillen gelagert waren und von hier aus oft recht tief in die eigentliche Cutis hinein verfolgt werden konnten. Die Zellen der Geschwulst waren spindel-, auch sternförmig, und das Pigment bestand meist aus kugelrunden, braunen und schwärzlichen Körnchen. Um diese pigmentirten Zellen herum entstanden die ersten Anhäufungen spindelförmiger Elemente einfach durch Wucherung der benachbarten Bindegewebszellen. Diese Wucherung stand in keinem Verhältnisse zu der allerdings auch bemerkbaren Vermehrung der braunen Pigmentzellen; sie war sehr viel mächtiger als diese und bildete den eigentlichen Geschwulstkörper, namentlich soweit dieser die Cutis inclusive Papillarkörper durchsetzte. Das Sarkomgewebe war kleinzellig, und die Zellen waren in Zügen angeordnet, wie es bei jedem Spindelzellensarkom der Fall ist. Man durfte auch hier die runde Form der

Zellen, welche der Querschnitt zeigte, nicht als rundzellige Einlagerungen betrachten, sondern als durch den Querschnitt der Spindeln hervorgebracht. Verfolgte man nun die braunen Zellen gegen die tieferen Theile der Geschwulst hin, so überzeugte man sich, dass sie hauptsächlich den gröberen Ernährungsbahnen durch die Blut- und Lymphgefässe folgten. Stellenweise gewahrte man ein vollkommenes Reticulum von Blutgefässen, das längs der Aussenseite der Capillaren mit den braunen Zellen belegt erschien. Dabei hatten die braunen Zellen ihre ursprüngliche Gestalt eingebüsst, nach wiederholter Theilung hatten sie die Kugelform festgehalten, und man fand nun grosse, kugelige, etwas plump gestaltete Zellen, eine dicke Scheide um die Blutgefässe bildend. Man hat bekanntlich diese Beziehung zu den Blutgefässen für die Ableitung des Pigmentes aus Blutpigment ausgenutzt. In einem anderen Melanom, das zum Vergleich vorgelegen hatte, waren es sogar die Endothelzellen der Gefässe selbst, welche das braune körnige Pigment enthielten. Indessen muss doch bemerkt werden, dass die Bildung des braunen Pigmentes auch an den eigentlichen kleinen Spindelzellen des Sarkoms, allerdings nur in beschränktem Maasse, vorkam, so dass der Tumor im Ganzen dadurch immerhin ein gefiecktes Aussehen gewann. Sehr bemerkenswerth war das Auftreten des schwarzen Pigmentes an solchen Zellen des Tumors, welche durch das Wachsthum eines grösseren Knotens zu einer schalenartig concentrischen Anordnung um den Tumor gekommen waren. Diese Schichten gingen dann kontinuirlich in solche Bindegewebsschichten über, in denen die Veränderung mit einer Schwarzfärbung der Bindegewebskörperchen eben begann. Im Resumé machte es den Eindruck, als ginge von den schwarzen Zellen des Bindegewebes ein histioplastischer Reiz aus, welcher das Sarkom erzeugte, während andererseits eine Verbreitung der Pigmentdegeneration in den hauptsächlichsten Saftstrassen des Bindegewebes statt hatte.

2. Ein Melanom der Rumpfhaut. Ein ganz anderes Bild als das eben geschilderte! Es zeigte den Querschnitt durch einen runden Tumor der Haut, welcher ziemlich gut abgegrenzt an der Grenze der Cutis und des Fettgewebes seinen Sitz hatte. Jeder unbefangene Betrachter dieses Bildes würde die auffallende Uebereinstimmung desselben mit einem weichen Drüsencarcinom, etwa einem weichen Drüsen-

krebs der Mamma, konstatirt haben: Stromabalken in der Form eines weitmaschigen Netzes waren ausgespannt und umschlossen Nester von Zellen, die durch die Grösse der Kerne und durch ihre Vielgestaltigkeit ohne Weiteres als mächtig grosse Epithelzellen imponirten. Dazu kam die scharfe Absetzung des Epithels vom Stroma, die selbst an solchen Stellen durchgeführt war, wo das Krebsnest nur von zwei Zellen eingenommen wurde. Nur die Epithelzellen enthielten Pigment, keineswegs alle, aber doch viele von ihnen; auch schwarze Färbungen der Kerne kamen vor. Kurz, die Bezeichnung eines melanotischen Carcinoms würde sich für diese Geschwulst an sich sehr gut geeignet haben, wenn nicht das nächstfolgende Präparat eine Auskunft gegeben hätte über die Bewandniss, welche es mit diesen grossen epithelähnlichen Zellen hatte.

3. Ein Melanom der Gesichtshaut, welches an mehreren Stellen erweicht war, das heisst Höhlen enthielt, welche mit einer schwarzen Flüssigkeit gefüllt erschienen. An diese Flüssigkeitsansammlung schlossen sich nach aussen breite Schichten eines streifigen Bindegewebes, die in ihren spindelförmigen Zwischenräumen lauter schwarzgekörnte Zellen enthielten. Die Zwischenräume wurden nach aussen immer kleiner, und hier konnte man recht gut die Anfänge der Pigmententartung an den allerkleinsten, schmalsten Leibern der Bindegewebskörper erkennen, welche etwa nur fünf bis zehn schwarze Körnchen enthielten. Um so auffallender war der Gegensatz dieses melanotisch infiltrirten und stellenweise erweichten Bindegewebes zu der übrigen Substanz der Geschwulst. Diese bestand nämlich aus unverhältnissmässig grossen, protoplasmareichen Zellen, welche säulenartig zusammengeordnet waren und zwischen diesen Säulen nur spärlichste Reste von Bindegewebe enthielten. Während also ein Theil des Bindegewebes seinen Bestand an Zellen durch Pigmentmetamorphose einbüsste, erfuhren benachbarte Gebiete desselben Bindegewebes eine produktive Degeneration im Sinne einer Ausbildung zu fibröszelligem Sarkom. Die grosse Aehnlichkeit aber, die diese Zellen mit den beim zweiten Fall erwähnten Krebskörpern hatten, machte es mehr als wahrscheinlich, dass auch jene scheinbaren Krebskörper nur grosszelliges Sarkoma waren, welches sich in der Form des sogenannten Alveolarsarkoms weiter entwickelt hatte.

Arthur Müller: Zur Histogenese der melanotischen Tumoren und ihrer Metastasen. „Bei allen Studien über melanotische Geschwülste und besonders auch bei denjenigen, die in letzter Zeit im hiesigen pathologischen Institute gemacht wurden, zeigte sich, dass die schwarzen Geschwülste aus zwei wesentlichen Strukturelementen zusammengesetzt waren, nämlich aus einem ursprünglich farblosen Sarkomgewebe und aus einem mit schwarzen Zellen versehenen Bindegewebe, welches die Sarkomknoten durchsetzte und in direktem Zusammenhange stand mit den ursprünglich vorhandenen schwarzen, pigmentirten Bindegewebszellen, die man als den nächsten Ausgangspunkt der ganzen Geschwulst anspricht. Indem nun diese meist spindelförmigen und sternförmigen Zellen in der Richtung der Hauptgefässe längs deren Wandungen weiter wuchern, scheint es, als ob sie die Nachbarschaft inficirten und zu sarkomatöser Wucherung anregten. Dass die ursprünglich farblosen Sarkomzellen schliesslich sich auch pigmentiren können und sich wirklich pigmentiren, soll nicht ungesagt bleiben, indessen macht diese Pigmentirung entschieden einen sekundären Eindruck gegenüber der primären Melanose jener schwarzen, stern- und spindelförmigen Zellen an ihren Grenzen. Wenn demnach in jedem solchen Sarkom zweierlei, nämlich primär schwarze und farblose Zellen gefunden werden, so fragt es sich, ob auch bei der Metastasirung diese beiden Zellensorten und in welcher Weise sie etwa zur Geltung kommen.“ Mit dieser Frage beschäftigte sich die specielle Untersuchung *Müllers*, deren Ergebnisse folgendermassen zusammenzufassen waren: 1. Es gibt sowohl ganz weisse als ganz schwarze Metastasen an den verschiedensten Organen, daneben auch solche, welche eine gemischte Färbung zeigen. 2. Die gemischtfarbigen Metastasen scheinen in erster Linie durch schwarze Zellen zur Entwickelung gebracht zu werden, so dass sich hier derselbe Prozess wiederholt, welcher sich in den Anfangsstadien der gesammten Geschwulstbildung charakterisirt. Untersucht wurden von *Müller* Metastasen der Niere, der Leber und am Herzen.

An der Niere fanden sich in einem zu diesem Zweck eingebetteten Stück des Organs nicht weit von einander entfernt zwei ganz gleich grosse, nämlich hanfkorngrosse Tumoren, von denen der eine vollkommen schwarz, der andere vollkommen ungefärbt war. An dem ungefärbten Tumor liess sich die Textur

der Geschwulst dahin präcisiren, dass es sich um ein rundzelliges Sarkom handelte, die Zellen etwa von der Grösse kleiner Epithelzellen, säulenartig über einander geordnet, die Säulen radiär gegen die Peripherie gerichtet. Zwischen den Zellensäulen konnte eine richtige und reichliche Intercellularsubstanz nicht nachgewiesen werden; in der Mitte der Geschwulst befand sich ein Blutheerd, in dessen Umgebung wenig zahlreiche bräunlich gefärbte Zellen ihren Farbstoff von dem Blutheerde bezogen zu haben schienen. Hier und da sah man eine Gefässbahn mit einer Reihe von Endothelzellen und Konturen von Blutkörperchen angedeutet.

Die schwarze Geschwulst zeigte in erster Linie eine totale Pigmentmetamorphose mit nachfolgendem völligem Zerfall in eine schwarze Pigmentmasse, und zwar des gesammten Geschwulstkörpers. Bis an die äusserste Grenze reichte dieser Zerfall, so dass nur ein ganz schmaler Saum besser erhaltenen Gewebes die Geschwulst gegen das Nierenparenchym abschloss. Hier sah man eine schwarze Pigmentirung längs der Zwischenräume der Harnkanälchen vordringen, die glomeruli Malpighiani sozusagen umfliessen, wie wenn ein schwarzer Saft mit Gewalt in die Bindegewebsinterstitien vorwärts gepresst worden wäre. Bekanntlich erscheint bei diesen Geschwülsten ein schwarzes Pigment im Urin und man konnte sich nach den Bildern recht gut denken, wie ein durch den Zerfall des Sarcoms erzeugter diffusibler brauner Farbstoff in die Gewebe übergeht und von diesen aus in der Niere zur Ausscheidung gelangt. Neben diesem mehr diffusiblen Stoffe zeigte sich, wenn auch in recht bescheidenen Grenzen, eine sarcomatöse Wucherung, nämlich dunkelbraune dichtgedrängte kleine Rundzellen, Spindelzellen und Sternzellen, von denen man aber schwer sagen konnte, ob sie nicht zum Theil schwarz gefärbte Zellen des anstossenden Nierengewebes waren.

Bei den Metastasen an der Leber verhielt es sich ganz ähnlich, doch kam hier an den ursprünglich farblosen Geschwülsten eine secundäre Färbung vor, welche, wie es schien, durch eine Zufuhr von schwarzem Pigment an der Peripherie vermittelt wurde. Man sah an der Peripherie sternförmig verästelte Figuren mit schwarzem Detritus gefüllt, die in directer Verbindung mit benachbarten schwarzen Knoten standen und etwa so gedeutet werden konnten, dass der schwarze Detritus aus

den Knoten stammte und von ihm aus in die Nachbarschaft promulgirt wurde, wobei die Gefässbahnen als Ableitungs- und Verbreitungswege benutzt wurden.

Was endlich das Herz betrifft, so hatten sich an diesem Organe schwarze Geschwulstmassen zwischen den Trabekeln des Muskelfleisches angesiedelt und waren zum Theil gewiss durch die Oeffnung und Schliessung der Zwischenräume platt gewalzt und über die Oberfläche der Balken hin verbreitet. Dann hatten sie, an einzelnen Stellen wenigstens, einen Neubildungsprocess erregt, der sich in den Interstitien der Muskelfasern eingenistet hatte und dieselben zu zerstören begann. Die hier entstandenen Sarcomzellen waren aber von klein auf schwarz, eine weisse Modification war nicht aufzufinden.

Aus alledem ging hervor, dass sich auch in den Metastasen die zwei verschiedenen Zellensorten des schwarzen Sarcoms wiederfinden, so zwar, dass die weissen Zellen weisse Metastasen, die schwarzen Zellen schwarze Metastasen hervorbringen, andrerseits die schwarzen Zellen und Detritusmassen den Anreiz für die Sarcombildung zu geben scheinen.

Helwing: Das Eindringen eines kleinzelligen Spindelzellsarcoms in spongiöse Knochensubstanz. „Ob das Wachsthum aller Geschwülste in weiterem Sinne ein infiltratives sei oder ob dasselbe aus der Metamorphose vorhandener Gewebe entstehen könne, ist eine Frage, welche neuerdings insbesondere durch entsprechende Studien am Knochensystem und den am Knochenmark entstehenden, sogenannten myelogenen Tumoren erörtert worden ist. Nachdem sie bezüglich der Krebse wesentlich im ersteren Sinne entschieden worden ist, konnte dies für die Sarcome nicht mit Evidenz geschehen. Im grossen und ganzen haben die myelogenen Tumoren die Eigenthümlichkeit, durch mächtiges Heranwachsen die kompakte Substanz des Knochens papierdünn zu dehnen und schliesslich zu durchbrechen. Der Vorgang beruht in der That bei fast allen schneller wachsenden Sarkomen auf einer Resorption von innen und einer Apposition von aussen, und die Verdünnung der Knochenschale beruht speciell darauf, dass die Apposition mit der Resorption nicht gleichen Schritt hält. Aber verhält es sich damit bei den mehr bindegewebigen Tumoren, den Chondromen, den Myxomen und den andern histoiden Tumoren

der gutartigen Reihe ebenso?" Diese Frage sollte *Helwing* an der Hand eines Falles von gegen die Knochenrinde vorrückendem kleinzelligem Spindelzellensarcom mit ausgeprägter Neigung zur Bildung von faserigem Bindegewebe entscheiden. Die älteren Stellen der Geschwulst erinnerten fast an das echte Fibrom; nur sparsam waren die Zellen in die mächtiger auftretende Grundsubstanz eingemischt. Bei der Betrachtung der Verbindung der Geschwulstoberfläche mit dem anstossenden Knochengewebe, überzeugte der erste Blick, dass man keineswegs eine blosse Aneinanderlagerung beider, sondern vielfach einen directen Zusammenhang und Uebergang spindelzelliger Geschwulstfascikel in die Knochenbälkchen vor sich hatte. Interessant waren zwar auch diejenigen Stellen, wo sich Riesenzellen an der Grenze von Geschwulst und Knochen vorfanden; dieselben lagen in Lücken des Knochengewebes, die zum Theil marginal, zum Theil aber weit in die Knochenbälkchen vorspringend waren und dann den Anschein erweckten, als repräsentirten sie ein einzelnes in Auflösung begriffenes Zellenterritorium (lacunäre Resorption).

Wichtiger als diese, eine nur geringfügige Rolle spielenden Resorptionsprocesse erschienen die histologischen Vorgänge da, wo es sich um die directe Metaplasie eines Knochenbälkchens in das Sarcomgewebe handelte. Man fand daselbst beispielsweise Bälkchen, deren Grundsubstanz durch ihre charakteristische Färbung und Dichtigkeit den Knochenknorpel verrieth, und die in diesen Knochenknorpel eingebettet Reihen von spindelförmigen Zellen enthielten, die einerseits als Abkömmlinge der Knochenkörperchen zu deuten waren, andererseits schon eine hervorragende Aehnlichkeit mit den Spindelzellen des Sarcoms besassen. Ganz allmählich verlor sich sodann das charakteristische Aussehen der Grundsubstanz und die Zellen wurden zahlreicher — das Sarcomfascikel war fertig. Dieser Entstehung entsprach denn auch die ganze Struktur des Sarcoms; sie erinnerte im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Flechtwerk, welches den Fibromen und kleinzelligen Spindelzellensarcomen eigen ist, an die Struktur der spongiösen Knochensubstanz, die also trotz der Metaplasie beibehalten wurde. Ganze Abschnitte auch des vollständig entwickelten Tumors verleugneten diese Entstehungsweise nicht. Uebrigens wurden auch Reste des Knochengewebes in den Aufbau der Geschwulst mit aufgenommen und mit eingeschlossen.

In summa: es giebt für das Wachsthum der mesodermalen Geschwülste, zunächst der Fibrome und kleinzelligen Spindelzellensarcome, neben dem Wachsthum aus eigenen Mitteln auch ein Wachsthum durch peripherische Metaplasie verwandter Gewebe.

Flügel: Metaplastische und resorptive Vorgänge bei Carcinom der Rippen. Ein Fall von krebsiger Durchwachsung der Rippen bei Carcinoma mammae gab Veranlassung zu einer kleinen histologischen Studie, welche insbesondere auf die Erforschung des Verhaltens der vom Krebs durchwucherten Knochensubstanz gerichtet war. Um die Frage der möglichen Metaplasie des Knochengewebes in andere Gewebe zu entscheiden, erschien das von *Flügel* beschriebene Präparat insofern besonders geeignet, als hier der metastatische Krebsknoten die Konturen des Knochens auf beiden Seiten überschritten hatte und man am Durchschnitt recht wohl die alten Grenzen des Knochens an einigen Ueberresten desselben erkennen konnte, ebenso das Gebiet der Marksubstanz, das Gebiet der periostalen Wucherung. Durch die Behandlung mit Hämatoxylin und Eosin liess sich ausserdem der letzte Rest des alten Knochens von dem angebildeten frischen Knochenmaterial ziemlich scharf scheiden. Was zunächst das Carcinom betraf, so erwies es sich als ein weiches Epitheliom, wie es am häufigsten von der Mamma produzirt wird. Die epithelialen Zellen traten in zumeist rundlichen Balken auf, welche sich freilich aneinander abplatteten und sich dadurch zum Theil in mehr länglich runde Formen umwandelten. Nicht selten sah man auch im Innern der Zellenhaufen rundliche Lücken entstehen, die mit der Herkunft des Carcinoms von der Mamma in Verbindung zu setzen waren. „Bekanntlich zeigen sich selbst bei sehr entarteten Mammacarcinomen Andeutungen von Hohlraumbildungen im Innern, die wir als Anläufe zur Bildung von Milchkanälchen oder Endbeeren von solchen aufzufassen haben.“ Das Stroma des Krebses war aus einem zellenarmen, streifenartigen Bindegewebe gebildet, und in dieses Bindegewebe waren nun die Ueberreste des Knochens, welcher durch die wuchernden Carcinommassen destruiert wurde, hineingelagert. Nicht selten stellte sich die Sache so dar, dass die Bindegewebsbalken des Krebsstromas, wo sie an die Knochenüberreste herantraten,

breiter wurden und kontinuirlich übergingen in eine relativ dicke Schicht von mehr zellenreichem Bindegewebe, das den Knochenrest einhüllte und fast von allen Seiten gegen die anstossenden Krebsnester abschloss. Vor allem an den Grenzen des alten Knochens konnte man ein verschiedenes Verhalten des einhüllenden Bindegewebes konstatiren: Erstens fanden sich Stellen, wo das Bindegewebe dem Knochen ohne jede Erscheinung von Zellenvermehrung glatt anlag. Diese waren aber nicht eben häufig. Gewöhnlich sah man eine dem Knochen unmittelbar anstossende, durch Hämatoxylin in den Kernen tief gefärbte Schicht von Zellen entweder einfach oder in doppelten Reihen auftreten und bis zur bekannten Form des Osteoblastenbelags anwachsen. Es ist auch kein Zweifel, dass an diesen Stellen neues Knochengewebe oder Osteophytgewebe angebildet wurde, mithin der alte Knochen durch die Neubildung gereizt in einen gewissen Wucherungsprozess geriet. Der alte Knochen zeigte nämlich durchaus nicht das gewöhnliche Bild des echten Knochengewebes, nämlich spinnenförmige Zellenlücken mit eingeschlossenen Körperchen, sondern eine Art von knorpeliger Grundsubstanz, in welcher allerdings längliche Zellen, die man als Knorpelkörperchen ansprechen durfte, eingelagert waren (osteoides Gewebe). Das Gewebe war auch frei von Kalksalzen, hatte also die eigentliche Umwandlung in Knochengewebe noch nicht erfahren. Fast überall fand man Osteoblasten an der äusseren Grenze dieses jungen Knochengewebes, und konnte deshalb nicht zweifeln, dass unter den Umwandlungserscheinungen des Knochens hier auch eine Knochenanbildung eine gewisse Rolle gespielt hatte. Frug man aber, da doch der gesamte Eindruck der einer Knochen*zerstörung* war, nach solchem Knochenparenchym, welches der Zerstörung entgangen, etwa noch normales Verhalten darbot, so fanden sich nur noch ganz kleine Ueberreste von solchem Gewebe, und diese von allen Seiten fest eingeschlossen in das schon erwähnte osteoide Gewebe. Diese letzten Ueberreste waren absolut genau gebildet, wie es dem normalen Knochen zukommt, an einzelnen Stellen berührten sie noch die Oberfläche und hier konnte auch, wenn auch nur in beschränktem Maasse, noch ein Resorptionsvorgang nachgewiesen werden. Im grossen und ganzen hatte aber die Resorption längst aufgehört und der gesamte Zustand war so zu deuten, dass die Zerstörung des Knochens durch das Carcinom nur

kleine und unbedeutende Ueberreste des Knochens zurückliess und diese nachträglich den Kristallisationspunkt für sekundäre Neubildung mässiger Mengen neuen Knochens geworden sind. Wieviel vom Stroma des Krebses als ehemaliges Knochengewebe angesprochen werden durfte, war schwer zu entscheiden. Thatsache war, dass die Stromabalken ganz kontinuirlich in die Ueberreste der Knochen übergingen, Thatsache auch, dass sie ganz aus einem faserigen, mässig zellenhaltigen Bindegewebe bestanden, welches recht wohl durch Umwandlung des Knochengewebes entstanden sein konnte. An manchen Stellen hatte man sogar direkt den Eindruck einer mehr summarischen Entkalkung und Metaplasie des Knochens in Bindegewebe, weil sich an dieser Stelle noch Lamellensysteme nachweisen liessen, die sonst dem Bindegewebe fremd sind; es waren das solche Stellen, die man wohl als der Rindenschicht der Rippe angehörig bezeichnen konnte, da sie fast die Peripherie der Geschwulst einnahmen und als eine im höchsten Maasse aufgetriebene Knochenschicht der Rippe aufgefasst werden konnten. Diese Arbeit brachte also insofern einen Beitrag zu der Lehre von der Auftreibung der Knochen durch Geschwülste, als hier durch das Mikroscop nachgewiesen werden konnte, dass einmal eine Resorption der Knochensubstanz stattfand und nach der Resorption der Knochenbälkchen eine sekundäre Umhüllung der Ueberreste mit neugebildetem Knochengewebe eintrat, ausserdem aber eine summarische Umwandlung eines Theils der Knochenrinde zu beobachten war, durch stärkste Dehnung, Entkalkung und Auflösung des ganzen Knochens in Bindegewebslamellen, die der Oberfläche der gesamten Geschwulst parallel verliefen und geschichtet waren.

XI.

*Weil: Ueber das Zustandekommen der sog. kleinzelligen Infiltration. Nachdem der Verfasser den zur Zeit im Gange befindlichen Streit über das Zustandekommen der kleinzelligen Infiltration ausführlich dargelegt, bekannte er sich selbst für die Möglichkeit der Entstehung eines Theiles der bei Entzündungen auftretenden einkernigen Wanderzellen aus einer Proliferation der Endothelien der Blutgefässe des Entzündungsgebietes. Die von *Borst* ausgesprochene Ansicht geht dahin, dass die Blutgefässendothelien bei chronischen Entzündungsformen nicht nur

reichlich durch Theilung sich vermehren, sondern sich dabei auch lockern, zu Wanderzellen werden und als solche die Gefässe verlassen können. Jenseits der Gefässe wäre es aber denkbar, dass sich diese Zellen als histogene Elemente an der Bindegewebsneubildung betheiligen, sowie auch an der Erzeugung des sog. „kleinzelligen Infiltrats" theilnehmen könnten. Man hätte also eine Gruppe von Zellen im Blute, abgelöste gewucherte Endothelzellen, die bei Entzündungen sich an der Emigration vielleicht betheiligen und die als histogene Elemente dadurch einen prinzipiellen Gegensatz zu den übrigen aus den Blutgefässen emigrirenden rein hämatogenen aufwiesen, dass sie gewebsbildende Eigenschaften besässen.

XII.

*Oppenheimer: Ein Beitrag zur Pathologie der spinalen progressiven Muskelatrophie. Ein exquisiter Fall von spinaler progressiver Muskelatrophie gab Veranlassung zu einer genauen pathologisch-anatomischen und histologischen Analyse, die ich im Verein mit *Hugo Oppenheimer* vornahm und über deren Ergebnisse ich an dieser Stelle eingehender berichten will, weil die Untersuchung wirklich eine Reihe interessanter Thatsachen constatirt hat, die eine allgemeinere Kenntnissnahme verdienen. Zudem sind sorgfältige histologische Bearbeitungen des fraglichen Thema's in der Literatur nicht allzuviel vorhanden.

Die Krankengeschichte übergehe ich, sie mag in der Dissertation von *Oppenheimer* nachgelesen werden. Ich lasse vielmehr gleich einen kurzen Auszug aus dem Sectionsprotokoll folgen:

Rückenmark: Bei der Herausnahme desselben ist auffällig, dass in dem Gebiete der Lendenanschwellung eine feste Verbindung der Dura mit der knöchernen Rückenmarkshöhle besteht. Im Gebiete des Hals- und Brusttheiles des Rückenmarks ist diese Verbindung eine so lose, dass beim leisesten Zug das Rückenmark sich aus seiner knöchernen Kapsel herausnehmen lässt, als ob gar keine Verbindungen mit derselben beständen. Es beruht dies darauf, dass die vorderen Wurzeln in dem erwähnten Gebiete zu ganz dünnen Fäden atrophirt sind, die beim leisesten Zuge einreissen.

Das herausgenommene Rückenmark zeigt in allen Theilen eine ziemlich feste Consistenz, während gegen die Halsan-

schwellung hin eine weichere Consistenz hervortritt. Eine besonders ausgesprochene Atrophie der Rückenmarkssubstanz lässt sich beim äusseren Anblick nicht constatiren. An den vorhin erwähnten Stellen starker Verwachsungen der Dura mit dem Knochen finden sich circumscripte Erweichungen in der weissen Substanz des Rückenmarks. An diesen Stellen ist die Pia auch fester verwachsen. Irgend bemerkenswerthe Flüssigkeitsansammlung in den Häuten lässt sich nicht nachweisen.

Die hinteren Wurzeln sind im Gegentheil zu den vorderen gut entwickelt. Die Atrophie der vorderen Wurzeln ist am Halstheile des Rückenmarks am ausgeprägtesten.

Auf Querschnitten durch die oberen Theile der Halsanschwellung dicht unter dem verlängerten Mark findet sich die Zeichnung der grauen Substanz noch ziemlich deutlich erhalten. Das rechte Vorderhorn ist etwas schmäler, als das linke. Um den Centralkanal macht sich eine dunkelbraune Verfärbung geltend. Weiter nach abwärts erscheint die graue Substanz eigenthümlich rothbraun verfärbt, besonders in den Vorderhörnern, und von rothen Punkten durchsetzt. Die Contouren der Vorderhörner sind ganz unregelmässig, und erscheint hier das linke Vorderhorn etwas kleiner, als das rechte. Die weisse Substanz ist weich und emporquellend. Weiter unten wird die Contour der Vorderhörner noch unregelmässiger, und zeigt die nächste Umgebung der Vorderhörner eine graubraune Verfärbung. Im ganzen Halsmark wird die erwähnte Weichheit der weissen Substanz constatirt.

In der Halsanschwellung sind die Vorderhörner sehr breit mit zahlreichen Blutgefässen, und die graue Substanz hat auch hier die rothbraune Verfärbung. Auf tieferen Querschnitten durch die Halsanschwellung ist besonders rechts die Grenze der Vorderhörner gegen die weisse Substanz undeutlich. Auch hier constatirt man eine starke Gefässversorgung der Vorderhörner.

So sind die Verhältnisse auch auf Querschnitten weiter abwärts, nur beginnt hier eine eigenthümlich graue Verfärbung der seitlichen Abschnitte neben den Vorderhörnern. Die Verschmälerung der Vorderhörner macht sich auch weiter nach unten hin in derselben Weise geltend.

Im Brustteile treten makroskopisch annähernd normale Verhältnisse auf, kleine Ungleichheiten in der Grösse der Vorderhörner ausgenommen. Ungefähr in der Mitte des Brust-

teils ist wieder eine recht undeutliche Contour der grauen Substanz, besonders der Vorderhörner zu constatiren, und erscheint das linke Vorderhorn wieder etwas verschmächtigt. Weiter nach abwärts wird die Contour noch undeutlicher. Hier ist das rechte Vorderhorn schmäler als das linke, das linke erscheint verbreitert. Um den Centralkanal herum graue Fleckung; die Hinterhörner erscheinen atrophisch. Weiter abwärts treten wieder stärkere atrophische Zustände im linken Vorderhorn hervor. Die Hinterhörner werden wieder deutlicher. In allen Querschnitten zeigt die weisse Substanz eine abnorme Weichheit.

Auf tieferen Querschnitten erscheint das linke, dann wieder das rechte Vorderhorn atrophisch.

Im Lendentheil des Rückenmarks treten wieder annähernd normale Verhältnisse hervor. Das Rückenmark wird konsistenter, die Contouren der grauen Substanz werden deutlicher.

Gehirn: Die Dura mater zeigt einige, aber wenig umfangreiche Verwachsungen mit dem Schädel, ist aber innen und aussen glatt. Pacchionische Granulationen sind mässig entwickelt. An der Gehirnoberfläche zeigt sich die Pia nirgends wesentlich getrübt. Im subarachnoidealen Raume ist wenig Flüssigkeit. Die Gefässfüllung der Pia ist normal. Bei der Palpation verhält sich die Gehirnoberfläche in allen Theilen gleich und zeigt eine mässig feste Consistenz. Die Windungen sind stellenweise etwas breit und plattgedrückt, die Furchen wenig tief.

Die Hirnbasis zeigt normale Pia, die Gefässe derselben sind grösstentheils zartwandig. Nur die Carotiden zeigen eine mässige Verdickung ihrer Wandungen.

Der linke Opticus erscheint etwas plattgedrückt, ebenso erweist sich der linke Oculomotorius dem rechten gegenüber als atrophisch und erscheint als plattgedrückter Strang. Auch der linke Trochlearis ist platter, wie der rechte.

Eine beiderseits beträchtliche Verschmächtigung der Trigemini und von da ab sämmtlicher Hirnnerven ist nicht zu verkennen, so zwar, dass die Nerven IX bis XII nur noch als ganz dünne Fäden sichtbar sind.

Das Gehirn selbst zeigt keine Erweiterung der Seitenventrikel. Das Ependym derselben ist glatt, nur stellenweise verdickt. IV-Ventrikel ebenfalls leer, ohne Besonderheiten. Gehirnsubstanz von ziemlich weicher Consistenz. Die Capsula interna

zeigt in ihrem medialen Abschnitt stellenweise eine grau-weisse, fleckige Verfärbung. Es ergiebt sich auf Durchschnitten durch die grossen Ganglien nichts Besonderes. In den Hemisphären sind weder in der Rinde, noch im Marklager makroskopisch erkennbare Veränderungen nachzuweisen. In der Mitte des Pons, in der Gegend der Raphe, befindet sich ein röthlich-brauner Erweichungsherd mit central gelegener Höhle, der sich abwärts bis in die Gegend der Oliven verfolgen lässt.

Im verlängerten Mark lässt sich makroskopisch nichts Pathologisches nachweisen; die betreffenden Partieen sollten erst nach Härtung näher untersucht werden.

Das Ergebniss der histologischen Untersuchung war folgendes:

Von den Muskeln wurden mikroskopisch untersucht:

M. cucullaris dexter, M. sterno-cleido-mastoideus dexter, M. temporalis sinist., M. masseter sinist., die Zungenmuskulatur, M. labialis superior, M. biceps dext., M. adductor dext. und M. pectoralis maior.

Die Untersuchung geschah an frisch zerzupften Muskelfasern in Glycerin, an leicht macerirten Fasern nach 3 Tage langem Einlegen derselben in Müller'sche Flüssigkeit, an gehärteten und mit Pikrinsäure leicht angefärbten Schnitten und an Hämatoxylin-Präparaten.

Die Muskelfasern zeigen eine auffällige Blässe. Die Breite der Fasern variirt sehr: zwischen normal breiten und so schmalen, dass sie fast Fibrillen gleichen, sind alle Zwischenstufen zu finden. Bei den schmalsten Fasern kann man manchmal nur eben noch die zwei gegenüberliegenden Theile des Sarkolemmschlauches unterscheiden, so dicht sind dieselben aneinander gelagert.

Hie und da sieht man Fasern, welche sich an einer Stelle konisch zuspitzen, um dann als langer, schmaler Streifen weiter zu verlaufen. Andere wieder verästeln sich. Viele haben auch einen wellenförmigen Verlauf. Häufig sind die Muskelfasern in der Querrichtung zerrissen, oft eine einzelne Faser 3 bis 4 mal, eine ganz auffällige Fragmentation!

Hier ist die Querstreifung mehr oder minder deutlich zu sehen, dort undeutlich, bei noch anderen Fasern ganz aufgehoben. Bisweilen geht eine Faser, welche noch deutliche Querstreifung aufweist, an einem Ende allmählich in die körnige Degeneration über Vielfach macht sich eine deutliche Längs-

streifung der Fasern geltend. Fetttröpfchen und Pigmentkörnchen sind auch sonst noch relativ gut erhaltenen Fasern oft eingelagert.

Häufig sieht man gequollene Fasern. Besonders bei diesen letzteren, aber auch bei nicht gequollenen Fasern ist oft ein ganz homogener Inhalt bemerkbar.

Bisweilen scheint der Inhalt des Sarkolemmschlauches so stark zu quellen, dass der Schlauch platzt und seinen körnig-breiigen Inhalt diffus zwischen die Muskelfasern ergiesst. Die Quellung findet oft auch ihren Ausdruck in dem oben erwähnten gerundenen Verlaufe mancher Fasern. Während die Degeneration bei einem Theile der Fasern mit dem Zerfalle derselben in die sarcous elements Halt gemacht hat, ist bei einem anderen Theile ein völliger Detritus eingetreten. Merkwürdigerweise zeigen Fasern mit starker querer Fragmentation oft eine deutliche Querstreifung.

Die Zellen des Sarkolemms besitzen ebenfalls häufig Fetttröpfchen und Pigmentkörnchen in ihrem Innern. Die Kerne derselben haben in Folge des gänzlichen Zerfalles mancher Fasern oft eine ungeordnete Lage, sind zu Haufen zusammengedrängt, haben ihre Form aufgegeben und lagern nun in runder, ovaler und spindeliger Form beisammen. Oft aber ist auch eine zweifellose Neubildung und Vermehrung der Sarkolemmkerne nachzuweisen. Diese sind dann gut tingiert, während die Kerne des Sarkoplasmas im Gegentheil abgeblasst und schwach gefärbt erscheinen. So sieht man in langen Reihen, wie Perlschnüre, Kernmassen parallel mit den stark atrophischen Fasern zwischen diesen sich hinziehen.

Hie und da finden sich Anhäufungen von Rundzellen zwischen den einzelnen Muskelfibrillen. Bei weitem mehr aber fällt das vielfach eingelagerte interstitielle Bindegewebe in's Auge. Dies lagert sich bald in grossen Plaques, die seitlich unter einander zusammenhängen und die Fasern zersprengen, im Muskel ein, bald wechseln breite Bindegewebszüge mit breiten Zügen von Muskelfasern ab. In dem Bindegewebe liegen vereinzelt noch die Fragmente zersprengter Muskelfasern. Nur selten ist dieses Bindegewebe als ein lockeres und nicht sehr kernreiches anzusprechen; meist aber ist es ausserordentlich kernreich. Dieses Bindegewebe ist oft von ganz erstaunlich grossen Blutgefässen durchsetzt.

Ich bemerke noch, dass hypertrophische Fasern und Vacuolenbildung in den Muskelfasern nicht nachzuweisen waren. Gänzlich un-



versehrte Muskelpartieen wurden überhaupt nicht gefunden. Noch verhältnismässig am besten erhalten waren: die Zungenmuskulatur, M. labialis und M. sterno-cleido-mastoideus; auch M. temporalis und M. masseter waren noch einigermassen erhalten. Schon stärker verändert waren der M. pectoralis und M. cucullaris; die weitgehendsten Veränderungen wiesen der M. adductor und M. biceps auf.

Vom Rückenmark wurden Präparate nach *Gram*, *Löffler* und *Nicolle* zum Nachweis von Bacterien angefertigt, jedoch mit negativem Ergebnis.

Ausserdem wurden vom Rückenmark Präparate mit Haematoxylin und essigsaurem Alauncarmin gefärbt, sowie solche nach *van Gieson* und mit *Weigert*'scher Markscheidenfärbung ausgeführt, wobei sich folgender Befund ergab:

Im Halsmark zeichnet sich auf den verschiedensten Querschnitten die ganze graue Substanz nicht nur durch einen bedeutenden Reichthum an Gefässen aus, sondern auch durch eine bedeutende Füllung derselben. Die die grösseren Gefässe umgebenden perivasculären Lymphscheiden sind stellenweise cystisch dilatirt. Die Gefässwandungen sind durchweg sklerosirt. Auch das Septum anterius sammt den Wandungen der dort laufenden Gefässe ist bedeutend verdickt. Vor allem bei der *van Gieson*'schen Färbung treten die reichlichen Gefässe mit ihren dicken Wandungen besonders charakteristisch hervor.

Ganglienzellen finden sich in den Vorderhörnern des Halsmarks nur ganz vereinzelt. Ganz besonders stark scheint die mediale Zellgruppe in den Vorderhörnern von der Atrophie betroffen zu sein. Die noch erhaltenen Ganglienzellen sind theils beträchtlich verkleinert, theils verschwinden die Granula in denselben, und die Zellen degeneriren zu homogenen scholligen Gebilden. Manche Ganglienzellen werden bei der Atrophie bräunlich-gelb pigmentirt. Die Degeneration der Vorderhörner ist auf fast allen Querschnitten unsymmetrisch, so zwar, dass sie bald im linken, bald im rechten Vorderhorn überwiegt.

Ebenso ist der Grad der Degeneration in den verschiedenen Höhen des Halsmarks ein verschiedener, so dass auch Stellen zu finden sind, an denen noch gut erhaltene Ganglienzellen mit vielen Fortsätzen in die Augen fallen, während die atrophischen Ganglienzellen entweder gar keine oder kurze, plumpe, stummelartige Fortsätze zeigen.

In der weissen Substanz zeigt sich linksseitig eine mässige Degeneration der Pyramidenseitenstränge.

Die vorderen spinalen Wurzeln sind ohne Ausnahme verschmälert, so dass ein auffallender Gegensatz zwischen diesen und den hinteren Wurzeln hervortritt.

Doch findet sich auch in den vorderen Wurzeln noch eine Reihe gut erhaltener Axencylinder. Gerade entsprechend den Stellen, an welchen noch ziemlich viele Ganglienzellen erhalten erscheinen, zeigen auch die vorderen Wurzeln, obwohl atrophisch, dennoch eine grosse Reihe nach *Weigert* gut färbbarer markhaltiger Nervenfasern. Und umgekehrt sind die austretenden vorderen Wurzeln, je mehr Ganglienzellen auf dem Querschnitt geschwunden sind, um so schmächtiger und an gut erhaltenen Nervenfasern ärmer.

Die Pia ist stark sclerotisch verdickt und zwar entschieden an der vorderen Circumferenz des Rückenmarks mehr, als an der hinteren; in dem Gewebe der Pia finden sich kleinere Pigmentanhäufungen.

Im Bereiche des Brustmarkes ist die Stelle des Centralkanals hie und da durch eine umfangreiche Zellanhäufung markirt, die Zellen selbst sind durch Gliawucherung in einzelne Häufchen zersprengt. Die grösseren Gefässe um den Centralkanal sind zum Theil ausnehmend sclerotisch. Die Gefässe sind übrigens auf dem ganzen Querschnitt in ihren Wandungen gegenüber der Norm verdickt, doch ist dies in den Vorderhörnern wieder besonders auffällig. In der grauen Substanz sind auch die Wandungen der feineren Capillaren fibrös entartet, und weil eben alle Gefässe in Folge dieser Verdickungen sehr deutlich hervortreten, erscheint auf dem Querschnitt die graue Substanz so ausserordentlich reich an Gefässen. Das Septum anterius erreicht eine oft ganz kolossale Dicke.

Die Vorderhörner sind stark atrophisch, an vielen Präparaten erscheinen dieselben nicht grösser, als die Seitenhörner. Die Schrumpfung der Vorderhörner hat die Form derselben zum Theil so verändert, dass dieselben spitz ausgezogen erscheinen. Nur hie und da sieht man in den Vorderhörnern noch eine vereinzelte Ganglienzelle von normaler Beschaffenheit; die meisten sind gänzlich zu Grunde gegangen, andere wenige erscheinen theils als rundliche oder ovale homogene Schollen, theils sind sie der pigmentösen Degeneration anheimgefallen.

Auch die Zellen der *Clarke*'schen Säulen sind vermindert und zum Theil deutlich atrophisch. Im unteren Brustmark sind die *Clarke*'schen Säulen wieder gut erhalten.

Die weisse Substanz zeigt nirgends Alterationen; überall ist die Markscheidenfärbung gut, es ist nichts von fleckweiser oder diffuser Entartung zu sehen.

In den austretenden vorderen Wurzeln findet sich eine bedeutende Massenzunahme des internervösen Stützgerüstes. Die austretenden Wurzeln selbst sind stellenweise auf's Aeusserste atrophirt.

Die Pia ist entschieden sclerotisch verdickt und auch hier vor allem an der vorderen Circumferenz des Rückenmarks.

Im Lendenmark treten die Gefässveränderungen zurück. Besonders ist die graue Substanz nicht mehr Sitz einer so ausgesprochenen Capillarofibrosis, wie im Hals- und Brustmark. Dagegen erhält sich auch im Lendenmark eine beträchtliche Verdickung der Pia. Die Ganglienzellen in den Vorderhörnern sind nicht normal nach Zahl und Form, aber die Veränderungen sind doch weit geringer, als die der bisher besprochenen Partieen des Rückenmarks. Die weisse Substanz zeigt normale Verhältnisse; zweifellos zeigen auch die hinteren austretenden spinalen Nerven deutliche Rarefikation der markhaltigen Nervenfasern mit Verbreiterung des Stützgerüstes zwischen den Nervenfasern. Dieser Befund ist auch am Hals- und Brustmark zu constatiren, aber nicht so prägnant, als am Lendenmark.

Von den Nerven wurden untersucht: Der Plexus brachialis und cruralis, der Nervus femoralis und recurrens, sowie die Cauda equina, und zwar wurden die Nerven frisch in Glycerin, oder nach Härtung mittels Haematoxylin, essigsaurem Alauncarmin und *Weigert*'scher Markscheidenfärbung untersucht.

Am Plexus brachialis färbt sich die Markscheide der noch erhaltenen Nervenfasern durchweg ganz unregelmässig, so zwar, dass die schwarz-blauen Töne bei *Weigert*'scher Färbung in einem ganz unregelmässigen Netz und in Flecken an den Nervenfasern vertheilt sind. Zwischen den so gefärbten Nervenfasern treten in den Bündeln Streifen auf, welche gar keine Farbe angenommen haben oder die Markscheide nur ganz blassgrau hervortreten lassen. Die Nervenfaserbündel sind in ihrer

Breite ausserordentlich variabel. Es finden sich ganz schmale und Uebergänge zu kolbenförmiger Anschwellung, sowie gequollene Fasern. Sowohl zwischen den einzelnen Bündeln, als auch innerhalb derselben sind mehr oder minder breite Einlagerungen von Binde- und Fettgewebe mit verdickten Gefässen zu bemerken. Es ist dies offenbar ein Füllgewebe, das nach dem Schwunde der Nervenfasern entstanden ist, eine Ansicht, die dadurch gestützt wird, dass man ab und zu noch vereinzelte Nervenfasern inmitten dieses Bindegewebes antrifft.

Im Plexus cruralis sind die Veränderungen analog denen des Plexus brachialis, wenn auch das die Nervenfasern ersetzende Gewebe hier nicht so stark entwickelt ist, wie dort.

Beim Nervus femoralis haben wir auch im Grossen und Ganzen dieselben Veränderungen, die der Plexus cruralis aufweist; nur ist hier noch besonders zu betonen, dass die Quellung einzelner Nervenfasern eine ganz bedeutende ist.

Im Nervus recurrens sind ebenfalls einzelne Partieen atrophirt, die Fasern rareficirt. Mitten zwischen den gut erhaltenen Fasern fehlen immer wieder einige.

Die Cauda equina zeigt wieder bedeutend besser tingirte Markscheiden. Die ausserordentliche Grösse der Blutgefässe fällt überall in die Augen.

Vom Gehirn wurden gehärtet und mit Haematoxylin, essigsaurem Alauncarmin, nach *van Gieson* und mit der *Weigert*schen Markscheidenfärbung gefärbt: Verschiedene Theile der Centralwindungen, des Pons, der Vier-Hügel-Gegend, und des Hirnschenkels.

Es liessen sich jedoch ebensowenig an der Hirnrinde und den Hirnhäuten irgend welche pathologische Veränderungen nachweisen, als wie an den übrigen untersuchten Gehirntheilen wesentliche Gefässveränderungen oder pathologische Befunde an den Faserzügen festzustellen waren.

Sich den Befund im Ganzen vergegenwärtigend, kommt *Oppenheimer* zu folgender Darlegung: das Fahnden nach Mikroorganismen, — um mit dem Negativen zu beginnen —, ist im Rückenmark nicht von Erfolg begleitet gewesen. Im Gehirn befand sich, wie die Section feststellte, ein Erweichungsherd in dem Pons. Es muss wohl die Frage eines möglichen Zusammenhanges des Erkrankungsprozesses, der die motorischen Bahnen betraf, mit diesem Befund untersucht werden. Hätte eine Störung im centralen motorischen

Neuron durch diese Ponserweichung, über deren Entstehung uns ja nichts bekannt ist, stattgefunden, so müssten wir natürlich in erster Linie als deren Folgen beim Lebenden eine Paraplegie antreffen, ohne Ea. R.; das widerspricht der Krankengeschichte. Mikroskopisch müssten wir im Rückenmark als Folgen der absteigenden Degeneration Veränderungen in den Pyramidenseitensträngen finden. Diese sind aber nur auf der linken Seite im Bereiche des Halsmarkes theilweise degenerirt, Zustände, die wohl als secundäre zu deuten sind. So dass also eine Degeneration des peripheren Neurons, etwa in Folge der Inactivität der Extremitäten, veranlasst durch die im Pons betroffenen centralen Neurone, nicht wahrscheinlich ist.

Sonst zeigte das Gehirn auch mikroskopisch keinerlei pathologische Veränderungen.

Und der positive Befund: In den Muskeln der schon oft erhobene, der auch von vornherein zu erwarten war. Im Gebiete der peripheren motorischen Neurone ebenfalls die gleichen Degenerationszustände, wie sie in den typischen Fällen der spinalen progressiven Muskelatrophie immer wieder beobachtet werden. Daneben — eine sonst nicht regelmässig gefundene Veränderung — die Erweiterung der Gefässe des Rückenmarks und vor allem die Verdickung ihrer Wandungen, eine Veränderung, die, wo vorhanden, wohl mit Recht als secundäre angesprochen wird. Ausserdem noch eine ganz auffällige Verdickung der Pia, besonders an der vorderen Circumferenz des Rückenmarks.

Diese Pia-Verdickung dürfte sich als secundärer Zustand, etwa abhängig von der Atrophie der peripheren motorischen Neurone, wohl deshalb schwer deuten lassen, weil der Process auch im Lendenmark eine Mächtigkeit erreicht hat, die mit dem hier viel geringeren Grade der Atrophie der Vorderhörner nicht im Einklang steht.

Ebenso schwer dürfte der Gedanke auf Wahrscheinlichkeit Anspruch machen können, dass etwa der Prozess an der Pia durch dieselbe Noxe direct hervorgerufen wäre, welche die Atrophie der Vorderhornganglienzellen verursachte. Denn es wäre doch wohl sehr auffällig, wenn dieselbe Schädlichkeit, die so ausschliesslich die peripheren motorischen Neurone ergriff, auch das Gewebe der Pia und gerade nur dieses ergriffen hätte. Andererseits würde es ein leichtes sein, die Atrophie der peripheren motorischen Neurone von der Verdickung der Pia, wenn

dieser Process als der primäre anzusprechen wäre, abhängig zu machen.

Da die Pia-Verdickung in unserem Falle die vordere Circumferenz des Rückenmarks ganz besonders bevorzugt, so wäre wohl begreiflich, dass an der Durchtrittsstelle der vorderen Wurzeln durch die Pia dieselben comprimirt werden könnten. Diese Compression müsste dann ja nothwendiger Weise alle die Folgen zeitigen, welche die spinale progressive Muskelatrophie im allgemeinen und auch in diesem Falle aufweist: Beginnend mit erschwerter Leitungsfähigkeit in den motorischen Bahnen, aufhörend mit der Atrophie des gesammten peripheren motorischen Neurons von der Ganglienzelle im Rückenmark bis zur Endigung des Nerven im Muskel und bis zur Folge dieser nervösen Störung, der Atrophie der willkürlichen Muskulatur. Dass die Leptomeningitis die vordere Circumferenz bevorzugt, ist — um das einzuschieben — ja nichts Auffälliges, mag nun dieser Prozess zu stande gekommen sein, wie er will. Sehen wir doch auch sonst oft genug eine Prädilection der Noxe für bestimmte Organe des Körpers nicht nur, sondern auch für ganz bestimmte Stellen eines einzelnen Organs.

Freilich könnte auch die Pia-Verdickung ein ganz zufälliger Befund sein, der völlig ausser Zusammenhang stünde mit der vorliegenden spinalen Muskelatrophie. Aber es ist doch gewiss ein berechtigtes Bestreben, soweit thunlich, zu versuchen, das Ergebniss der pathologisch-anatomischen Untersuchung auf eine einheitliche Ursache zurückzuführen. Und so veranlasste denn auf der einen Seite die Ungezwungenheit, mit welcher die Atrophie der motorischen Neurone von der Pia-Verdickung abhängig gemacht werden konnte, andererseits die schwierige Deutung eines entgegengesetzten causalen Zusammenhangs zwischen beiden Befunden, hier die Möglichkeit auszusprechen, dass für unseren Fall eine Verdickung der Pia in der vorderen Circumferenz des Rückenmarks zu der Degeneration der peripheren motorischen Neurone und ihren Folgen, der Muskelatrophie, geführt habe.

Die Ursache dieser schwieligen Verdickung der Pia könnte dann nur eine abgelaufene Entzündung sein, so dass also für unseren Fall möglicherweise eine chronische Leptomeningitis anterior als die Ursache der Muskelatrophie anzusehen wäre.

Aehnliches haben in Fällen von Tabes dorsalis früher *Lange*, neuerdings *Obersteiner* und *Redlich* gefunden, nämlich Pia-Verdickungen an der h i n t e r e n Circumferenz, von denen sie durch Compression der austretenden hinteren Wurzeln die Tabes abhängig machten.

Freilich sind diese Autoren vielfach auf Widerspruch gestossen, doch wäre es nicht denkbar, dass wenigstens für einen Theil der Fälle die Deutung die richtige wäre?

Der Zweck dieser Arbeit ist erreicht, wenn die Aufmerksamkeit der Beobachter auf diesen Punkt gelenkt ist. Vielleicht dass es in dem einen oder anderen Falle von progressiver Muskelatrophie gelingt, die gleichen Pia-Verdickungen als Primär-Erkrankung festzustellen.



Inhaltsverzeichniss.

Anmerkung. Die mit * bezeichneten Arbeiten sind unter meiner Leitung entstanden und ausgearbeitet; zu den mit ** versehenen Arbeiten habe ich die Themata gestellt, die Ausarbeitung hat in meiner Abwesenheit Herr Geheimrat *von Rindfleisch* geleitet. Die übrigen Arbeiten verdanken ihre Entstehung durchweg der Anregung und Förderung des Letzteren.







VERHANDLUNGEN
DER
PHYSIK.-MED. GESELLSCHAFT
ZU
WÜRZBURG.

N. F. XXXIII. Band. Nr. 3.

Jede Nummer ist auch als Sonderdruck zu erhöhtem Preise zu beziehen.
Preis des Jahrgangs Mk. 14.—. (Anzahl der Hefte verschieden.)

Inhalt:

Rede

zur

Feier des 50jährigen Bestehens

der

Physikalisch-medicinischen Gesellschaft

in

Würzburg

gehalten

am 8. Dezember 1899

von

DR. GREGOR KRAUS
Professor der Botanik.



Stahel'sche Verlags-Anstalt in Würzburg
Königl. Hof- und Universitäts-Verlag
1900.



Rede
zur Feier des 50 jährigen Bestehens der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg

gehalten

am 8. Dezember 1899

von

GREGOR KRAUS.

Verehrte Anwesende!
Hochverehrter Herr Ehrenpräsident!

Die physikalisch-medicinische Gesellschaft hat sich hier versammelt, um den Tag festlich zu begehen, an dem heute vor 50 Jahren ihre erste Sitzung stattgefunden hat.

Das Bewusstsein, so lange Zeit unausgesetzt nach ernsten Zielen nicht ohne Erfolg gestrebt zu haben, rechtfertigt an sich schon einen Festtag.

Uns versammelt aber noch ein zweiter Beweggrund, der dem Feste eine besondere Weihe verleiht: Mit dieser Feier zugleich herzliche Verehrung und aufrichtige Dankbarkeit dem zu erweisen, der die Gesellschaft gegründet hat.

Denn durch eine wunderbare Fügung des Schicksals, die wohl einzig dasteht in der Geschichte gelehrter Körperschaften, ist unser Stifter in geistiger und körperlicher Jugendfrische auch die leitende Seele seines Werkes geblieben, Führer und Erhalter zugleich, ein halbes Jahrhundert lang.

Gestatten Sie, Herr Ehrenpräsident, dass ich Ihnen zum Zeichen unserer Dankbarkeit das erste Exemplar der Festschrift in die Hände lege. Wir konnten es Ihnen nicht widmen, wie wir wollten; denn Sie liessen sich ja nicht nehmen, selbst erster Mitarbeiter daran zu sein.

Gestatten Sie ferner, dass ich jetzt, wenn ich von Ihrem Werke sprechen will, Ihren Namen wie den eines Abwesenden gebrauche. Denn so sehr ist derselbe A und Ω der Gesellschaft, dass ohne ihn von der Gesellschaft zu reden unmöglich ist.

Am heutigen Tag einen Rückblick auf die Leistungen der Gesellschaft zu thun, erscheint so einfach und natürlich, dass man an die Frage gar nicht denkt, ob das Unternehmen auch ausführbar sei.

Wir vereinigen in uns die gesammte Natur- und Heilwissenschaft und bemühen uns um die Fortschritte von Dutzenden ungeheuer ausgedehnter Einzelwissenschaften. Jeder hat blos an seinem Theil genaue Kenntniss und Urtheil. Wer möchte sich anheischig machen, allein heute in allen diesen Disciplinen unserer Thätigkeit ein Urtheil abzugeben; und wenn Fachmänner das Material lieferten, wer sich unterfangen, im Rahmen einer Stunde das zusammen zu fassen, was so viele bedeutende Männer ein Menschenalter hindurch geistig bewegt hat?

Aber es ist nicht einmal das Uebermaass, welches von der Aufgabe zurückschreckt; vielmehr die Thatsache, dass ein grosser Theil, was in unserer Gesellschaft geschehen ist und besprochen worden, noch nicht völlig geschichtlich geworden ist, sondern mit hundert Fäden in die lebendige Gegenwart eingeknüpft, einer abgewogenen Besprechung nicht unterzogen werden kann und darf.

Diese Erwägung ist es, welche mich nöthigt, meine eigentliche Aufgabe, die Gesammtgeschichte der letzten 25 Jahre unserer Gesellschaft darzustellen, als unlösbar abzulehnen. Ich muss sie vielmehr erweitern, indem ich bis in die tiefste Vergangenheit zurückgreife, von dem sicheren Boden des wirklich Historischen mich auch der Gegenwart stellenweise nähere. Bilder aus der Vergangenheit, Bruchstücke aus der Gegenwart, das ist es, was ich zu bieten vermag, charakteristisch, hoffe ich, genug, um unser Wesen erkennen zu lassen.

Mit Liebe zur Sache sind sie entworfen, mit gleich freundlicher Neigung bitte ich sie aufzunehmen. —

Als *Kölliker* im Jahre 1847 Professor der Physiologie und vergleichenden Anatomie in Würzburg wurde, verliess er eine Stadt, in der Vereine für Förderung der Wissenschaft und gegenseitige Fortbildung eine alte Stätte hatten. Die Naturforschende Gesellschaft in Zürich [1]) hatte schon ihr hundertjähriges Bestehen gefeiert, und in den letzten Jahren lebten daselbst eine ganze Anzahl aufstrebender Kräfte ersten Ranges mit einander in gemeinschaftlicher Arbeit. Mit *Nägeli* hatte

Kölliker nordische und südliche Meeresküsten besucht, ein Bahnbrecher in der Erforschung oceanischer Fauna, mit *Henle* vergleichend-anatomisch, mit *Hasse* pathologisch gearbeitet, und in seltener Vielseitigkeit mit *Heer* die Züricher Flora zusammengestellt.

Wie anders dagegen war es damals hier in unserer alten Bischofsstadt! An berühmten Männern hatte es ja bei uns nicht gerade gefehlt, zumal in der medicinischen Facultät. Von den *Siebolds*[2]), die im vorigen Jahrhundert hier wirkten, zu schweigen, war in den ersten Dezennien dieses Jahrhunderts der grosse *Ign. Döllinger*[3]), Mitbegründer der Entwicklungsgeschichte, der unsrige gewesen. Seine Schüler hatte derselbe zu gemeinsamen Arbeiten zu versammeln vermocht, eine Art zootomisches Institut gegründet, aber, so sehr er auch der Mann dazu gewesen wäre, eine grössere allgemeine wissenschaftliche Vereinigung nicht versucht. Für eine solche schien überhaupt in Würzburg kein Boden zu sein. Als am Ende der Zwanziger Jahre unter allerhöchster Protection der sog. „philosophisch-medicinische Verein" gegründet wurde, schlossen sich die Spitzen der medicinischen Wissenschaft (Schönlein, Textor etc.) aus, und der Verein brachte es nicht zu einer ernsten Wirksamkeit. Später ist unsere Gesellschaft Erbe seines unbedeutenden Nachlasses geworden.

Das waren unglückliche Aussichten für Jemand, der sich nach gemeinschaftlichem wissenschaftlichen Arbeiten zurücksehnte! Und es gehörte Muth dazu, den nochmaligen Schritt zu wagen.

Aber es waren die Zeiten doch günstiger geworden. Nicht bloss das richtige Enzym war nach Würzburg gekommen, es waren jetzt auch kräftige gährungsfähige Körper vorhanden. *Rinecker*[4]), der auf Reisen im Ausland den Blick geweitet und mit den Bedürfnissen der Zeit bekannt geworden, hatte das erste mikroskopische Institut gegründet und *Leydig* zum Assistenten genommen. Der Botaniker *Schenk* hatte in München bei *Döllinger* die Handhabung und Tragweite des Mikroskops kennen gelernt, der Chemiker *Scherer* war ein Schüler *Liebigs*, der Technologe *Herberger* und der Gynaecologe *Kiwisch* hochgeachtete Fachmänner.

Am 26. November 1849 unterzeichneten die letzteren 4 Männer einen von *Kölliker* entworfenen Aufruf[5]) zunächst an

die Universität, „einen physicalisch-medicinischen Verein" zu bilden, zum Zwecke „die gesammte Medicin und Naturwissenschaft zu heben, die Mitglieder in diesen Wissenschaften zu fördern und zur genauen naturhistorischen Erforschung Unterfrankens zu führen" durch „regelmässige Sitzungen, Vorträge, Demonstrationen, Discussionen".

Die Sonntag, den 2. Dezember im alten anatomischen Hörsaal des Juliusspitals abgehaltene Versammlung führte zur Constituirung der Gesellschaft. 24 Mitglieder der Universität unterzeichneten, ausser den oben genannten, auch *H. Müller* und *Leydig*, sowie der eben aus Berlin eingetroffene neu ernannte Professor der pathologischen Anatomie *Rud. Virchow*.

Damit war für Würzburg eine neue Zeit angebrochen; es gab nun nicht bloss Männer der Wissenschaft hier, es gab auch wissenschaftliches Leben.

Wenige Stunden noch und es ist ein halbes Jahrhundert, dass an der Stelle drüben in der Mauer, wo eine Denktafel die alte Anatomie markirt, im Hörsaal die erste Sitzung stattfand. Der Ausschuss [6]) wird gewählt, neue Mitglieder aufgenommen [7]). „Herr *Kölliker* übergibt der Gesellschaft einen beim Graben einer Strasse bei Arnstein gefundenen fossilen Zahn von Rhinoceros, der ihm durch Herrn stud. med. *Gegenbauer* zukam". Herr *Virchow* spricht über Degeneration des Unterkiefers nach Phosphornekrose, Herr *Scherer* hielt einen Vortrag zur Chemie der Muskelflüssigkeit und den neuen Muskelzucker (Inosit).

Wenn ich sie nicht kännte, diese erste stürmische Jugendzeit der Gesellschaft aus den lebhaften Schilderungen meines Lehrers *Schenk*, die ersten Bände unserer Verhandlungen lassen den frischen Luftzug junger Lebenskraft, der da wehte, deutlich verspüren.

Sitzung auf Sitzung, Vortrag auf Vortrag (52 im ersten Jahre), voran das Doppelgestirn *Kölliker-Virchow*. Jener im Vollbesitz des Wissens und Könnens, das die Basis seiner eben erscheinenden „mikroskopischen Anatomie" wurde, eines Buches, das an Gewissenhaftigkeit und Gründlichkeit, Reichthum an autoptischen Erfahrungen und Vollständigkeit seines Gleichen nicht erlebt hat. Dieser eben in Gährung mit den Erfahrungen (über Bindegewebe,

Geschwülste etc.) die später sein epochemachendes Buch gebaren. Vergleichend-anatomisch arbeiteten noch *Heinrich Müller* und *Leydig*, ja selbst Studirende, wie *Gegenbauer* und *Czermak* wagten unter dem Schutze *Köllikers* ihre ersten Arbeiten. In der praktischen Medicin glänzte *Kiwisch*, dessen Vortrag „über die Schallerzeugung in den Kreislaufsorganen“ die erste grosse Discussion hervorrief.

Im Allgemeinen hatten die Sitzungen ganz die Form der heutigen. Was aber für jene Zeit sehr charakteristisch ist, ist das rege Leben und Interesse für die medicinische und naturhistorische Erforschung Frankens. In überschiessender Kraft wurde Commission über Commission niedergesetzt, zur Untersuchung interessanter und brennender Fragen. Für die medicinische Erforschung der Heimath war *Virchow* Feuer und Flamme. Typhus, Noth im Spessart, Cretinismus, Pleicher Stadtgraben, chemische Untersuchung der Heilquellen (Orb, Boklet, Kissingen) heissen die behandelten Kapitel, an denen auch die Aerzte der Stadt (*Vogt*, *Escherich*, *Rosenthal*) eifrig mitarbeiten. Für die naturhistorische Untersuchung waren floristische und meteorologische Commissionen gebildet; *Schenk* und Wundarzt *Kress* in Klosterebrach für erstere, Rector *Kittel* in Aschaffenburg und Apotheker *Hassenkamp* in Weihers für letztere thätig.

Der Gedanke, eine unterfränkische Naturaliensammlung anzulegen, wurde im Anfang mit grossem Eifer verfolgt. Fast in jeder Sitzung gingen z. B. Petrefacten ein, *Kölliker* schenkte die Mainfische, *Gegenbauer* Insecten u. s. w. Nach des letztern Weggang wurden die Sammlungen nicht fortgesetzt und später an die Universitätsinstitute geschenkt. Zum Glück vielleicht; denn die Unterbringung und Conservirung derselben hätte gewiss noch mehr Schwierigkeiten gemacht, als die unseres kostbarsten Schatzes und Stolzes, der Bibliothek!

Im Herbst 1856 verliess *Virchow* Würzburg. Das bedeutet auch desshalb einen Abschnitt im Leben der Gesellschaft, weil er das treibende Moment in der äussern Wirksamkeit derselben, die sich in den obigen Commissionen aussprach, gewesen war. Mit seinem Weggang ruhte dieselbe für immer [8]). Besondere Gegenliebe hatte sie da, wo man sie hätte erwarten sollen, ohnehin nicht gefunden.

Ich glaube die Empfindungen der Gesellschaft zu errathen, wenn ich hier öffentlich dem Bedauern Ausdruck gebe, dass wir diesen unsern überlebenden Mitgründer der Gesellschaft heute nicht unter uns sehen können!

Man darf es einen sehr glücklichen Zufall nennen, dass der Gründer unserer Gesellschaft einem Fach angehört, das die natürliche Brücke zwischen unseren beiden grossen Gebieten, Naturwissenschaft und Medicin, darstellt; Naturwissenschaft an sich, aber auch die Grundlage aller medicinischen Fortschritte. Schon unter den 24 constituirenden Mitgliedern waren weitere zwei (vergleichende) Anatomen, *Heinrich Müller* und *Leydig*, denen alsbald *Gegenbauer* sich zugesellte. Kein Wunder, wenn auch numerisch dieses Fach in den Sitzungen ganz besonders hervortrat. In den ersten 6 Jahren sind von *Kölliker* 20 Mittheilungen und von den übrigen Anatomen zusammen ebenso viele gemacht worden. Bis zu seinem Tode im Jahre 1864 sind für *Heinrich Müller* etwa 50 Vorträge und Mittheilungen vergleichend anatomischen Inhalts verzeichnet. Die Schüler des Würzburger Zootomischen Instituts kamen dazu; später auch der rührige Zoologe *Claus*, so möchte man jetzt in der Zeit von 1856 bis 1864 von dem Anbruch einer vergleichend-anatomischen Periode in unserer Gesellschaft sprechen. Den Namen verdient sie umsomehr, als in diese Zeit auch der schöne Freundschafts- und Forscherbund *Kölliker-Müller* fällt, dem der Ueberlebende in der Rede auf seinen Freund ein rührendes, unvergängliches Denkmal gesetzt hat. Die epochemachenden Untersuchungen *Müllers* über den Bau der Retina haben in unserer Gesellschaft zuerst das Licht der Welt erblickt.

Es wäre aber unrichtig, zu glauben, dass diese reiche Thätigkeit auf dem Gebiete der vergleichenden Anatomie um diese Zeit die andere Wissenschaften gewissermaassen erdrückt habe. Es herrschte im Gegentheil in einzelnen naturwissenschaftlichen und medicinischen Fächern ein reiches Leben. Ich darf es mir nicht versagen, hier vor Allem auch der botanischen Thätigkeit meines unvergesslichen Lehrers *Schenk* zu erwähnen. Nicht um pro domo zu sprechen, sondern weil dieselbe in der That als ein wahres Muster gesellschaftlicher Wirksamkeit angesehen werden

muss. Dass *Schenk* die noch gültige gewissenhafte Flora von Würzburg geschrieben und in unseren Verhandlungen (Bd. I) mit Nachträgen versehen, dass er sich von den 60er Jahren an ausschliesslich mit Phytopalaeontologie, zunächst Frankens beschäftigt und in diesem Fache zum ersten Namen seiner Zeit emporgeschwungen, darf ich als bekannt voraussetzen. Einen besonderen Werth aber hat seine Thätigkeit bei uns dadurch, dass er es in ausgezeichneter Weise verstanden hat, die Mitglieder mit den schwebenden Fragen der Botanik bekannt zu machen, in einer Zeit, wo meine Wissenschaft in voller Gährung begriffen, und in eine neue Epoche eintrat. Er hatte die Gepflogenheit, bedeutende Arbeiten seines Faches gleich an geeigneten Objecten selbstständig nachzuprüfen und sich so ein eigenes Urtheil in der Sache zu bilden. So entstanden die Mittheilungen über Zeitfragen der Botanik, welche 10 Jahre lang die Zierde unserer Sitzungen bildeten.

So sprach er z. B. über die Fragen der Entwicklungsgeschichte der Organe, die *Schleiden* damals in den Vordergrund geschoben hatte, an der Hand der von ihm studirten Berberideen-Blätter und des Fruchtknotens der Capparideen; *Nägelis* hochbedeutende Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Stärkekörner, eine heute noch methodisch unübertroffene Arbeit, besprach er nach eigenen Beobachtungen. In dem Streit über *Pringsheims* Beobachtungen zur geschlechtlichen Fortpflanzung der Algen, theilte er seine eigenen an Vaucheria mit. Die *Schleiden-Horkel*'sche Theorie von der Bildung des Phanerogamen-Embryo im Pollenschlauch-Ende entschied er an Scilla sibirica für *Schacht-Hofmeister* u. s. w. Höchst anregend wirkten seine Demonstrationen der von ihm besonders gepflegten Alpenpflanzen; die Beobachtungen an Pflanzen bei der totalen Sonnenfinsterniss 1852 u. s. f.

Glanzvoll stellte sich damals auch die innere Medicin dar. Das ist die Zeit, wo *Bamberger* seine gehaltvollen Vorträge z. B. über Pemphigus, über acute Phosphorvergiftung u. s. w. vor der Gesellschaft hielt; um diese Zeit brachte der jüngere *Alois Geigel* seine Untersuchungen über physicalische Diagnostik. — In der Chirurgie, wo *Textor*, *Linhard*, *Dehler* thätig waren, muss ganz besonders auf *von Tröltsch* hingewiesen werden, dessen umgestaltenden otiatrische Arbeiten in den Sitzungen unserer Gesellschaft zuerst vorgetragen wurden. In der Gynae-

cologie haben *von Scanzoni* und *von Franqué* wiederholt Vorträge gehalten. In der pathologischen Anatomie endlich muss des früh verstorbenen *Aug. Förster* gedacht werden, der in der kurz bemessenen Zeit seiner Wirksamkeit über 20 Vorträge und Mittheilungen brachte.

So gross war damals der Reichthum an naturwissenschaftlichem und medicinischem Material, dass man im Jahre 1860 zur Unterbringung desselben den Entschluss fasste, eigene naturwissenschaftliche und medicinische Zeitschriften zu gründen. Vom genannten Jahr ab sind in ersterer Wissenschaft 6, in letzterer 7 Bände erschienen. Charakteristisch ist, dass von den 118 naturwissenschaftlichen Arbeiten 68 der vergleichenden Anatomie angehören.

Die grossen Veränderungen, welche in Medicin und Naturwissenschaften in der zweiten Hälfte der 60er Jahre an unserer Universität sich zu vollziehen begannen, griffen, wie sich denken lässt, in einschneidender Weise in das Leben unserer Gesellschaft.

Nach dem Tode *Heinrich Müllers* veranlasste *Kölliker* die Errichtung einer eigenen physiologischen Professur; sämmtliche 5 Hauptnaturwissenschaften bekamen neue Vertreter, Physik und Mineralogie zum ersten Mal moderne Forscher. — Später begann die Specialisirung der medicinischen Fächer, Pharmakologie und Hygiene mit eigenen Vertretern. Auch wurde die Lehrstühle der Augen- und Ohrenheilkunde neu besetzt. Für unsere Gesellschaft bedeutete das, dass von nun an alle Fächer gleichmässig und gleichwertig vertreten waren, wenn auch das numerische Verhältniss der Vorträge und Vortragenden schwanken konnte. Immer aber blieb vergleichende Anatomie die führende Disciplin. Die phänomenale Arbeitskraft des Meisters, der in jugendlicher Biegsamkeit immer wieder alles Neue sich anzueignen und weiter zu bilden verstand, ist der leitende Faden, an den sich die gewaltige Zahl arbeitender Schüler — gewiss über 40 — angliederte. *Kölliker* hat in den letzten 25 Jahren 47 grosse oder kleine Mittheilungen gemacht. Die nahverwandte Physiologie hat sich übrigens, auch nach *v. Bezolds* frühem Tode, an Eifer als ächtes Kind der Anatomie erwiesen.

Wie reich die Vertretung der einzelnen Disciplinen bei uns von nun ab war, geht aus folgender Uebersicht hervor. In den

letzten 25 Jahren haben sich 147 Vortragende an den Sitzungen betheiligt, wovon 48 auf die Naturwissenschaften, 99 auf Medicin kommen.

Davon treffen auf

		In den ersten 25 Jahren
Anatomie (sowie vergl. u. path.)	37	20
Innere Medicin	32	14
Chirurgie	27	8
Physiologie	11	7
Geburtshülfe	8	4 zusammen 53
Chemie führt mit	14	7
Physik folgt mit	10	4
Botanik mit	6	4
Engere Zoologie mit . . .	4	2
Geologie mit	2	5 zusammen 22.

Wenn ich es nun unternehme, bruchstückweise auch aus dem neueren Leben unserer Gesellschaft Einiges vorzuführen, so darf ich billigerweise zuerst der neu erstandenen Naturwissenschaften und unter ihnen besonders der Geologie gedenken. Denn sie hat in dieser Zeit das Versäumte in reichster Weise nachgeholt und eine Thätigkeit für unsere Gesellschaft entfaltet, der keine der anderen Naturwissenschaften sich vergleichen kann.

Sandberger, der vom Jahre 1864 an eines unserer eifrigsten Mitglieder war und im Ganzen während seines Hierseins 24 Vorträge gehalten hat, behandelte in diesen nicht bloss Gegenstände seiner grossen monographischen Arbeiten, die ihn jeweils beschäftigten, er hat sich ganz besonders dadurch verdient gemacht, dass er durch seine Untersuchungen für die Geologie des engeren Vaterlandes, für die Kenntniss des Mainthals und der fränkischen Trias grundlegend gewirkt hat. Früher hatten sich Laien im Fach, wie *Edel*, *Scherer*, *Hassenkamp* der verwaisten Disciplin angenommen und über die geographischen Verhältnisse der Rhön, des Spessarts u. s. w. Vorträge gehalten. Die grossen fachmännischen Verdienste *Sandbergers* um die Kenntniss aller Theile unserer Trias sind erst jüngst durch seinen Nachfolger im Amte bei uns gewürdigt worden [9]).

Diese Verdienste sind um so höher zu schätzen, als die naturhistorische Erforschung unserer Heimath auf den anderen Gebieten völlig ruhte; in der Zoologie ist seit *Gegenbauers* Weg-

gang im Jahre 1856 nichts mehr geschehen; in der Botanik die schöne Thätigkeit *Schenks* nicht fortgesetzt worden. Die derzeitigen Vertreter dieser Wissenschaften hatten ihre Verdienste nur in anderer Richtung.

Die glänzenden Vorträge, welche *Sachs* vom Jahre 1869 bis 1887 bei uns gehalten hat, sind noch in der Erinnerung zahlreicher Mitglieder. Gross im Finden allgemeiner Gesichtspunkte hat derselbe nicht bloss durch die Mittheilung seiner eigenen hochbedeutenden Untersuchungen, sondern auch durch Anregung in den verwandten Fächern, in seinen im Ganzen nicht sehr zahlreichen (16) Vorträgen gewirkt. Ueber die Arbeiten anderer Männer trug er nur ein einziges Mal vor, im Anfange seines Hierseins referirte er über die neue Flechtentheorie. Sonst waren es seine eigenen Arbeiten, vor allem die über Längenwachsthum und die hiefür construirten Apparate, über Wurzelwachsthum, Tropismen u. s. w., lauter grundlegende Untersuchungen, die in den „Arbeiten des botanischen Instituts" erschienen. Hochbedeutend waren auch seine Anschauungen über Correlationen; ein Thema prächtiger Art zur Belehrung über die wichtigste Funktion des Blattes im Haushalt der Natur hatte sein Vortrag: „Ueber die Thätigkeit der Blätter bei Tag und bei Nacht."

Auch in der dritten beschreibenden Naturwissenschaft hat ein einziger Mann in der ganzen neueren Zeit die Fahne des Faches hochgehalten. *Sempers* Thätigkeit in der Gesellschaft spricht sich in 25 Vorträgen aus; zumeist betreffen dieselben Themata, welche seinen reichen Erfahrungen von den tropischen ostasiatischen Inseln entnommen sind: Korallenriffe, Kieselschwämme, Ethnographisches u. s. w. Doch fehlen auch Themata allgemeinerer Art nicht.

Im Gegensatz zu den sog. beschreibenden Fächern hat in Physik und Chemie in den letzten Decennien ein ausserordentlich rascher Personenwechsel stattgefunden, der im Gegensatz zu der Stetigkeit der vorigen eine grosse Abwechslung in wissenschaftlichen Standpunkten und Vorträgen zur Geltung brachte. In der Chemie folgte auf *Scherer* noch einmal ein berühmter Schüler Liebigs, *Strecker,* der in den wenigen Monaten seines Hierseins es nicht an Interesse für die Gesellschaft fehlen liess. Die reiche Thätigkeit der späteren Chemiker gehört noch nicht der Geschichte an, doch darf hier nicht der technische Chemiker unserer Uni-

versität, der verdiente *Rud. Wagner*, den *Wislicenus* den gelehrtesten Technologen unserer Zeit nennt, vergessen werden; er hat der Gesellschaft lange Jahre hindurch vielseitige Belehrung verschafft.

Auf dem Gebiete der Physik hat unsere Universität und mit ihr die Gesellschaft vorübergehend Männer des bedeutendsten Ansehens und von Weltruf besessen. —

Wenn ich es nun vermöchte, sie auch zu schildern und zu beurtheilen, alle die trefflichen Mediciner, die bis in die neue Zeit bei uns gewirkt haben, *Rinecker*, *Geigel*, *Rossbach*, *Maass*, alle gleich eifrig und warm, und keiner dem andern gleich, für unsere Sache wirkend: *Rinecker*, weniger durch eigene Forschung als durch erfolgreiches Wirken für alle wissenschaftliche Förderung hochverdient, jederzeit bereit im Lehrfach und in der Gesellschaft wo es noth that beizuspringen; *Geigel*, dem gründlichen Wissenschafter zum Trotz als Mensch noch köstlicher; *Rossbach*, strebsam in Pharmacologie und interner Medicin zugleich, wie in Arbeiten für unsere Gesellschaft. — Es ist eine Lücke, die ich nicht auszufüllen vermag.

Hier muss ich ohnehin abbrechen; denn überall, wo ich weiter anknüpfen wollte, gerathe ich in die Thätigkeit noch lebender an- oder abwesender Mitglieder.

Aber ich glaube, was ich leisten wollte, ist geschehen. Ich habe gezeigt, dass wir, wie es bei einer wirklich wissenschaftlichen Gesellschaft geziemt, von Anfang bis heute die Förderung der Wissenschaft durch eigene Arbeit als oberstes und erstes Ziel im Auge behalten. Die nüchterne Abwägung zeigte, dass es keine Wissenschaft gegeben, in der wir nicht Leistungen aufzuweisen hätten, um die uns auch Academien beneiden können. Und wie rührig wir gearbeitet, das sprechen die 43 Bände „Verhandlungen", 18 Bde. „Sitzungsberichte" und 13 Bde. naturwissenschaftlicher und medicinischer „Zeitschrift" ohne weiteren Commentar aus.

Es wäre zu weit gegangen, wenn jede andere Thätigkeit als der Vortrag und die Demonstration von Neuem von uns als minderwerthig angesehen würde. Es ist einleuchtend, dass Berichte über bedeutende, die Wissenschaft bewegende Zeitfragen oder Werke, besonders wenn sie aufklärend gehalten werden, einen ebenso hohen Werth als jene beanspruchen dürfen. Unsere Gesellschaft bietet wahre Muster auch dieser Art förderlicher Thätigkeit. Die *Nägeli*'schen Bakterienforschungen, die Ende der

70er Jahre die Naturwissenschaft und Medicin in Bewegung setzten, waren sehr geeignet, der Gesellschaft ein gemeinschaftliches Diskussionsfeld zu bieten. *Rossbach* wie *Sachs* übernahmen es, zu referiren; die grosse Debatte, welche über mehrere Sitzungen geführt wurde, gilt mit Recht als ein Ereigniss im Leben unserer Gesellschaft.

Vorträge aber, wie die beiden über das *Nägeli*'sche Idioplasma (1885) und die *Sachs*'sche Energidenlehre (1897) die *Kölliker* gehalten, können nicht mehr als „Referate" angesehen werden; sie sind höchst werthvolle Originalarbeiten und noch dazu recht schwere. —

Um nicht undankbar zu sein, müssen wir heute auch derjenigen gedenken, welche des mühevollen und nicht immer voll gewürdigten Amtes der inneren Verwaltung unserer Gesellschaft sich angenommen und durch Aufopferung kostbarer Zeit den Mitgliedern den Weg zur Arbeit geebnet haben. Der Präsidentensitz wird jedes Jahr gewechselt und es ist üblich geworden, dass ihn Niemand zum zweiten Male besteigt. Unser Ehrenpräsident hat ihn 9mal (zuletzt vor 25 Jahren) inne gehabt, *Virchow* dreimal, *H. Müller* zweimal. Auf dem Posten des Quästors hat sich in frühern Jahren *Rinecker* ganz besonders verdient gemacht. 21 Jahre lang hat derselbe in der Schlusssitzung die peinlich genaue und zierlich geschriebene Rechnungsablage eingereicht. — Aber in erster Linie hätte eigentlich genannt werden sollen der verdienteste der Beamten, der liebenswürdige Dr. *Rosenthal* [10]). Mitglied der Gesellschaft von der zweiten Sitzung an, hat er 35 Jahre, bis zu seinem Tode 1889 das Amt des Bibliothekars in musterhafter Weise geführt. Dass unsere grosse einzig dastehende Zeitschriftsbibliothek in Ordnung und brauchbar ist, ist sein Verdienst. Der Tauschverkehr, die Schlagader des Bibliotheklebens, wurde von ihm in die richtigen Wege geleitet. Zum 25jährigen Jubiläum seiner Thätigkeit hat ihm die dankbare Gesellschaft einen silbernen Ehrenpokal überreicht. Das leere Plätzchen in der Bibliothek, das er in humorvoller Weise einst mit seiner eigenen Büste ausfüllte, sollte diesem treuen Manne auch in dem Herzen der Mitglieder nicht fehlen. —

Zuletzt möchte ich Sie bitten, mit mir den Blick in die Zukunft zu richten. Dürfen wir ruhig der Zukunft entgegenschauen?

Eine wissenschaftliche Gesellschaft, die ihre Wurzeln in der Universität hat, ist wohl fundirt für alle Zukunft. Sie gleicht einem Baum, der von selber immer wieder ausschlägt, und Altes durch Neues ersetzt, in beständiger Wiedergeburt immer derselbe erscheint.

Die Vertreter der einzelnen Wissenschaften wechseln naturgemäss und mit ihnen vortheilhaft die Richtungen in den Wissenschaften. In den jungen Docenten und Assistenten liegt eine Fülle aufstrebender Talente, deren Thätigkeit die Gesellschaft neu belebt und vermannichfaltigt; selbst unsere Studirenden sind jeder Zeit eifrige Hörer und selbst active Mitglieder gewesen und aus der Stadt wurde von jeher der strebsame Theil der Medicin und Naturwissenschaft zu gemeinschaftlicher Arbeit angezogen.

Wenn alle diese natürlichen Bestandtheile der Gesellschaft einig sind und willig zusammenstehen, ist uns ewige Jugendfrische gewährleistet, Unfruchtbarkeit oder auch ein Stillstand für immer ausgeschlossen. Und wenn die peinliche Statistik, welche über Zahl und Mannigfaltigkeit der Vorträge jedes Jahr gehalten wird, eine schier mathematische Constanz zeigt, so beweist dies nur, dass unsere Leistungsfähigkeit eine constante Grösse geworden ist. Stetigkeit ist noch nicht Stillstand.

Viel eher droht der Gesellschaft die Gefahr, welche allen umfassenden Corporationen in unserer Zeit das Dasein erschwert, die Gefahr der Specialisirung. Zur Zeit der Gründung der Gesellschaft war es Jedermann möglich, ja leicht, ausser seinem Fache sich in den Nachbar- und Grundwissenschaften umzusehen, zu bilden und auf dem Laufenden zu halten. — Heute wo das eigene Fach Anstrengung aller Kräfte verlangt, leidet anerkanntermaassen die Ausbildung in den Grundwissenschaften, und sich darin weiter zu bilden, ist dadurch unendlich erschwert, dass alle Wissenschaften nicht bloss in die Breite, sondern besonders so in die Tiefe gearbeitet sind, dass der Laie einem richtigen Fachvortrag seiner Nachbarwissenschaften kaum mehr zu folgen vermag. Was Wunder, wenn Einem die Mühe sich weiter zu bilden verleidet und Virtuosenthum im Specialfach das Ideal der Zeit geworden ist.

Das Zusammenhalten und gegenseitige Befriedigen der beiden grossen gleichberechtigten Theile unserer Gesellschaft hat von jeher schon Mühe gemacht. Schon im Jahre 1863 rief

einmal *Heinrich Müller*, die schwierige Lage sehr richtig beurtheilend, die Worte aus: „Wir sind zuviel und zu wenig medicinisch!" Heute, wo Alles centrifugirt, ist die Gefahr des Zerfalls jedenfalls nicht geringer geworden. Man denke an die grosse Gesellschaft der deutschen Naturforscher und Aerzte. Wir haben ja hierorts schon Specialvereine der Aerzte und der Chemie. Sie bestehen seit Jahren und schaden meines Wissens unserer Gesellschaft gar nicht; auch weiter entstehende Specialvereine brauchen uns nicht schädlich zu sein.

Das Emporspriessen dieser Gesellschaften an allen Orten beweist, dass die Erscheinung nicht zufällig, dass sie offenbar ein Erforderniss der Zeit ist. Aber darin sollten wir doch einig sein, dass es eigentlich ein nothwendiges Uebel ist, welches für die Weiterblickenden das Fortbestehen allgemeiner Vereinigungen erst recht fordert. Denn je weiter sich die Wissenschaften specialisiren und von einander entfernen, um so schwerer hört sich der Zuruf des Nachbarn, um so grösser die Gefahr, dass man über der Arbeit das Ziel derselben, über den Mitteln den Zweck vergisst. Denn man darf nicht aus dem Auge verlieren, dass das letzte Endziel aller wissenschaftlichen Arbeit nicht die Förderung der Wissenschaft, sondern die der Menschheit ist. Auch der Naturwissenschaften letztes Ziel ist meines Erachtens ächter Humanismus. Dieses Ziel aber wird nur in Gemeinschaft erreicht.

Schon ein sehr realer Grund müsste uns jederzeit zusammen halten. Wir sind keine grosse, materiell mächtige Vereinigung, wir haben nicht eine ganze, reiche Provinz hinter uns, mit Gesellschaften, wie der niederrheinischen oder schlesischen dürfen wir uns nicht vergleichen. Literarisch leistungsfähig, fähig mit den gelehrten Gesellschaften der Welt, wie bisher, in Verbindung zu stehen und dadurch uns das richtige geistige Leben zu sichern, das ist — und so schon, wie Sie wissen, nur mit Anstrengung — möglich, wenn wir zusammen gehen. Für zwei Einzelvereine sind wir nicht stark genug.

Er wäre der Mühe und Ueberlegung werth, zu untersuchen, ob wir uns nicht gegenseitig mehr sein könnten. Unserer ersten Aufgabe, die Wissenschaft zu fördern, haben wir jederzeit in anerkennenswerther Weise mehr als genügt; die zwei anderen in unseren Statuten ausgesprochenen Ziele, uns gegenseitig fortzubilden und die Heimath zu erforschen, bisher etwas stiefmütter-

lich behandelt. Referate und Discussionen über bedeutende wissenschaftliche Fragen und Alles, was den Blick in die Nachbarwissenschaften weitet, wurde bei uns früher, in richtiger Erkenntniss der Wichtigkeit dieser Thätigkeit eifriger gepflegt als jetzt.

Die Sitzungen würden sich aber auch füllen, wenn für die Erforschung des Frankenlandes etwas geschähe. Ich war erstaunt zu sehen, wie viel mehr eifrige und kenntnissreiche Naturfreunde jetzt in Würzburg sind, als zur Zeit, wo ich einst die Stadt verliess.

„Anpassung“, welche die Thier- und Pflanzenformen unsterblich macht, kann auch das Leben unserer Gesellschaft noch kräftiger gestalten!

Unitis viribus! Das Werk des Meisters ist noch gut. Wenn wir wollen, können wir in Zukunft in erhöhtem Maasse sein, was wir waren, eine für die Wissenschaft, eine für uns und auch für das engere Vaterland segensreiche Einrichtung!



Anmerkungen.

[1]) Ueber die Naturforschende Gesellschaft in Zürich und Züricher Forscherleben vgl. *v. Kölliker*, Erinnerungen S. 30 ff. — Ueber die Reise nach Helgoland und Föhr 1840 ebenda S. 49; über den Neapler und Sicilianischen Aufenthalt 1842. S. 65.

[2]) Die Thätigkeit der Medicinerfamilie Siebold ist ausführlicher geschildert in der Rectoratsrede *Köllikers*: Zur Geschichte der medicinischen Facultät der Universität Würzburg. 1871. S. 22 ff.

[3]) Desgl. *Ignaz Döllinger*'s ebenda. S. 32.

[4]) *Rinecker*'s Verdienste sind gewürdigt in *Gerhardt*'s Gedächtnissrede auf *Franz Rinecker.* Sitzungsb. phys.-med. Ges. 1883. Vgl. besonders S. 123.

[5]) Der Wortlaut des Aufrufs ist aufbewahrt in der Rede *Kölliker*'s zur Feier des 25jährigen Bestehens der Gesellschaft am 8. Dzb. 1874. — Verhandl. phys.-med. Ges. N. F. Bd. IX. 1874/75.

[6]) *Kölliker* Präsident, *Kiwisch* Vice-Präsident, *Virchow* 1. Sekretär, *Schenk* 2. Sekretär, *Rinecker* Quästor.

[7]) Die ersten Mitglieder aus der Stadt waren: Apotheker *v. Hertlein*, Dr. *Schierlinger*, Dr. *Reuss* jun.

[8]) Auch die „populär-wissenschaftlichen öffentlichen Vorträge“, die im Winter 1860/61 in den Warmuth'schen Sälen, 10 an der Zahl, gehalten wurden, fanden nicht den gewünschten Beifall. — Vgl. auch XVI. Jahresbericht (1865).

[9]) *Beckenkamp*, Denkrede auf *Fridolin Sandberger* in Verh. phys.-med. Ges. 1898.

[10]) Man vgl. die Gedächtnissrede auf *Rosenthal* von Medicinalrath Dr. *Greg. Schmitt* in dem Sitzungsb. unserer Ges. 1889. —
Ueber ein in anderer Weise um unsere Gesellschaft sehr verdientes Mitglied vgl. Sitzung vom 18. November 1865.





Am Schlusse befindet sich Titel und Inhalt des Bandes.

VERHANDLUNGEN
DER
PHYSIK.-MED. GESELLSCHAFT
ZU
WÜRZBURG.
N. F. XXXIII. Band. Nr. 4.
Jede Nummer ist auch als Sonderdruck zu erhöhtem Preise zu beziehen.
Preis des Jahrgangs Mk. 14.—. (Anzahl der Hefte verschieden.)

Inhalt:

Vier Gutachten

über die

Wasserversorgungsanlage Würzburgs

an der Mergentheimerstrasse

erstattet

in den Jahren 1895–1897 dem Stadtmagistrat Würzburg

von

PROF. DR. K. B. LEHMANN
Vorstand des hygienischen Instituts in Würzburg.

Mit 4 lithogr. Tafeln und zahlreichen Tabellen.



Stahel'sche Verlags-Anstalt in Würzburg
Königl. Hof- und Universitäts-Verlag
1900.

Man beachte die Anzeige auf der letzten Umschlag-Seite.



Vier Gutachten

über die Wasserversorgungsanlage Würzburgs an der Mergentheimerstrasse

erstattet

in den Jahren 1895—1897 dem Stadtmagistrat Würzburg

von

PROF. DR. K. B. LEHMANN

Vorstand des hygienischen Instituts in Würzburg.

Vorwort.

Die vorliegenden Gutachten, die mit Genehmigung des Würzburger Magistrats in ihrem genauen Wortlaut [1]) abgedruckt sind, scheinen mir aus mehrfachem Grunde eine Veröffentlichung zu verdienen. Einmal enthalten namentlich die späteren eine Reihe nicht uninteressanter Beobachtungen über die Frage des thatsächlichen Eindringens von Bacterien in städtische Leitungen bei Hochwasser nebst grossen Serien von Versuchen, die Eintrittswege der Bacterien auf dem Wege des Experimentes aufzuklären. Solche Versuchsreihen sind noch kaum in ganz gleicher Weise angestellt und werden bei der Umständlichkeit und Kostspieligkeit der Versuche auch nicht so leicht häufiger angestellt werden. Zweitens dürfen auch die Resultate, die wir bei Untersuchung des Hochreservoirs gewannen, auf ein besonderes Interesse Anspruch machen.

Endlich verfolge ich aber bei der Veröffentlichung dieser Gutachten die Nebenabsicht, in weiteren Kreisen der Würzburger Bevölkerung aufklärend zu wirken über den Zustand der Wasserversorgung, der wir heute noch zum Theil unser Trinkwasser entnehmen, und gleichzeitig einer gewissen Mythenbildung über meinen Antheil [2]) bei der Projectirung und Anlage dieses Werkes

[1]) Es sind nur einige stilistische Kleinigkeiten geändert.

[2]) Vergl. hierüber die ausführliche Darstellung p. 54.

entgegenzutreten. Da die Ergebnisse meiner Gutachten, so unerfreulich sie in gewisser Hinsicht ausgefallen sind, doch weit günstiger lauten als die in weiten Kreisen verbreiteten Ansichten, so dürfte die Mitteilung dieser Studien vielfach sogar beruhigend wirken. Immerhin glaubte ich nicht die Initiative für die Publication ergreifen zu dürfen, ehe das neue Zeller Wasserwerk im wesentlichen vollendet wäre. Nachdem diese Versorgung uns nun gutes Wasser für die nahe Zukunft verspricht, fallen alle etwaigen Bedenken gegen die Veröffentlichung weg. — Von den 8 farbigen Tafeln, die den Originalgutachten beilagen, habe ich 4 in verkleinertem Maasstabe und nur in einem Theil ihrer Länge schwarz reproducieren lassen.

Eine ausführliche Schilderung der im folgenden studierten und kritisierten Anlage findet sich in der Festschrift der Stadt Würzburg gewidmet dem deutschen Verein für öffentliche Gesundheitspflege. Würzburg 1892 aus der Feder des Herrn Wasserwerksdirektors *Lamb.*

Zur Orientirung (vergl. Tafel IV) sei gesagt, dass die Sammelgallerie ca. 800 m lang ist und aus durchlöcherten Cementröhren von 0,75 m Höhe und 0,5 m Breite gebildet wird. Die Röhren liegen 6—7 m unter der Oberfläche. Der Boden besteht in grosser Ausdehnung aus ca. 0,4 m Humus, ca. 2,1 m Lehm und 3,4 m Sand resp. Sand mit Kies gemischt, doch sind die einzelnen Profile sehr verschieden. Der Rohrstrang liegt nirgends weniger als ca. 20 m, im Durchschnitt etwa 40 m, entfernt vom Main, wenn der Mainspiegel 167,52 m über der Nordsee oder 8,0 m über Localnull liegt. Das Gelände steigt sanft an, bei einem Wasserstand von 9,25 m sind einzelne, bei einem von 10,25 m die meisten Deckel der 12 Revisionsschachte überschwemmt. (Vergl. p. 65).

Würzburg, April 1900.

Gutachten I.

Uebersichtliche Darstellung der bis 17. Februar 1895 ausgeführten Untersuchungen.

Vorbemerkung.

Seit dem Jahre 1891 wurde das Wasser des neuen Wasserwerkes an der Mergentheimerstrasse von mir und meinen jeweiligen Assistenten den Herren Dr. *Arens, Lang, Welte, Wolffin* in unregelmässigen Zwischenräumen auf Wunsch des Stadtmagistrats Würzburg einer bacteriologischen Untersuchung unterzogen. Seit Herbst 1894 sind diese Untersuchungen häufiger angestellt und ich habe auch Veranlassung genommen, eine chemische Untersuchung des Wassers auf einige Hauptbestandtheile auszuführen. Es war nicht thunlich, bei jeder Einzeluntersuchung ein specielles Gutachten abzugeben, vielmehr wurde von mir in der Regel dem Magistrat als Beleg der ausgeführten Untersuchung nur die ermittelte Pilzzahl mitgetheilt. Heute will ich nun versuchen, ein zusammenhängendes Bild der bisherigen Untersuchungsergebnisse zu entwerfen und anzugeben, in welchen Punkten heute schon ein abschliessendes Urtheil über die hygienische Beschaffenheit des Wassers abgegeben werden kann, welche Punkte noch dunkel bleiben und welche Fragen in nächster Zeit zu lösen sind.

An der Bodenoberfläche und in den oberen Bodenschichten leben ausserordentlich zahlreiche, sehr kleine einfach gestaltete Lebewesen (Kügelchen, Stäbchen, Schraubenformen etc.), die zu der Gruppe der niedersten Pilze, der sogenannten Spaltpilze oder Bacterien gehören. Die Mehrzahl der Bacterien sind für

den Menschen ganz harmlos und können in beliebiger Menge verzehrt werden — 1 cubikcentimeter saure Milch enthält beispielsweise 5000 Millionen dieser Kleinwesen — aber es gehören in diese Klasse bekanntlich auch eine ganze Anzahl der schlimmsten Feinde des Menschen, unter denen ich nur den Typhus- und Cholerabacillus erwähnen will. Es mag gleich hier gesagt sein, dass die einzelnen Bacterienarten sich zum Theil sehr ähnlich sehen und nicht immer mit einfachen Mitteln unterschieden werden können. Während einige Bacterienarten von einander so verschieden sind wie Kirschen und Birnen, sind andere Arten unter einander so nahe verwandt, wie dies z. B. die nächstverwandten Birnsorten unter einander sind und dennoch kann die eine Bacterienart für den Menschen gefahrdrohend, die naheverwandte harmlos sein.

Zur Untersuchung auf Bacterien sind Wasserproben von einem Sachverständigen persönlich an Ort und Stelle zu entnehmen und dieselben alsbald im Laboratorium nach geeigneten Culturmethoden zu untersuchen. Die Zählung der bei 20° Celsius aufbewahrten Culturplatten haben wir grundsätzlich 4—5 Tage lang täglich vorgenommen, nachdem sich gezeigt, dass Zählungen am 3. Tage zu niedrige Werthe ergeben.

Das Regen- und Schneewasser, was auf den Boden trifft und über ihn abläuft, belädt sich reichlich mit den Bodenbacterien, so erklärt es sich, dass Flusswasser, Bachwasser etc. besonders zu Zeiten starker Regenfälle und stärkerer Aufwühlung der Erde einen hohen, manchmal sehr hohen Bacteriengehalt zeigt.

Beispielsweise führt 1 cbcm Mainwasser

bei trocknem Wetter 980—1900

bei Regenwetter 5200—5500 Bacterien.

Anders verhält sich das Wasser, das in den Bodenversickert. Die hohen Pilzzahlen, die es von der Oberfläche mitbringt, nehmen sehr rasch ab, indem es langsam in den Boden eindringt, die Pilze werden vom Boden abfiltrirt. Da der nicht aufgewühlte Boden von einer Tiefe von etwa 3 Metern ab ganz oder annähernd keimfrei ist, so erklärt sich sehr leicht, dass das Wasser, bis es in grössere Tiefen 3—8 Meter gelangt, ebenfalls keimfrei (steril) geworden ist.

Ein solches keimfreies Grundwasser ist — da es überhaupt keine Mikroorganismen enthält, also auch keine Krankheit

erregenden Organismen enthalten kann — das Ideal für eine städtische Versorgung, mag es nun spontan aus der Erde fliessen (sogenanntes Quellwasser) oder durch Pumpen gehoben werden (sogenanntes Grundwasser). Bei richtigem Betriebe und der Einhaltung entsprechender Vorsichtsmassregeln ist nämlich ein derartiges Wasser nicht nur für den Moment unverdächtig, sondern da es auch für alle Zukunft vor Verunreinigung durch pathogene Organismen geschützt ist — so stellt es für immer eine tadellose Wasserversorgung dar.

I. Besteht das neue Würzburger Leitungswasser aus tadellos filtrirtem Wasser?

Die ersten Untersuchungen im Juni und Juli 1891 ergaben eine Pilzzahl von 19—42 Keimen im Kubikcentimeter, doch war zu jener Zeit noch nicht einmal ein vorläufiger Abschluss der Bauarbeiten erreicht. Nachdem im Januar 1892 der Betrieb etwa drei Wochen lang täglich morgens 3 Stunden gedauert, ergaben Zählungen am 3. Februar 1892 27—69 Keime, nach einer längeren Nichtbenutzung wurde im Juni 1892 24 Stunden hintereinander gepumpt und nun 9—18 Keime im Kubikcentimeter gefunden.

In der Festschrift der Stadt Würzburg, die im Sommer 1892 abgeschlossen wurde, sprach ich mich deshalb folgendermassen aus: „Es ist zu erwarten, dass bei regelmässigem Betriebe der Keimgehalt auf ein Minimum von 0—5 Pilzen herabgehen wird, wie ihn das Wasser des benachbarten Hofbräuhauspumpwerkes jetzt zeigt. Das neue Würzburger Wasser darf, wenn die Bodenverunreinigung und bei Ueberschwemmungen das Eindringen von Mainwasser vermieden wird, als ein vom hygienischen Standpunkt aus vortreffliches bezeichnet werden.

Lässt sich dieses Urtheil heute nach vorläufiger Vollendung des Werkes noch aufrechterhalten?

Die spärlichen Untersuchungen des Jahres 1893 hatten keine auffallenden Resultate ergeben, ich übergehe sie desshalb hier, um nur ausführlich die methodischen Studien zu discutiren, die vom Herbste 1894 ab gemacht wurden.

Zwei Untersuchungen in der Pumpstation im Sept. 1894 ergaben:

	7. IX. 94	24. IX. 94
Innerer Hahn	39 Keime	39 Keime
Aeusserer Hahn	37 „	34 „

Auch am 6. X. 94 ergab das Wasser des inneren Hahns nur 35 Keime, während Proben aus dem Revisonsschacht G 15 Keime[1])
„ „ „ I 50 „
lieferten. Also befriedigende Resultate.

Schlechtere Zahlen lieferten weitere Untersuchungen:
18. XII. 94 Sammelkanal des neuen Wasserwerks 92 Keime.

Darauf wurde eine Untersuchung nach der Ursache dieser hohen Pilzzahl angestellt und erhalten am 27. VII. 94.:

aus dem Sammelkanal	64 Keime
aus dem Schacht M des Heidingsfelder Sammelastes	229 „
„ „ „ F „ Würzburger Astes	10 „

Damit war bewiesen, dass der alte, zuerst angelegte Ast des Werkes noch immer das gleiche tadellose Wasser führt, wie seit Jahren, während der neue Ast ein relativ pilzreiches Wasser wenigstens an seinem fernsten Punkte liefert.

Eine ganz methodische Untersuchung vom 7. I. ergab noch schlagender:

Sammelkanal	71	Keime
Alter Ast, Schacht C	9	„
Neuer „ „ H	18	„
„ „ „ I	13	„
„ „ „ K	6	„
„ „ „ L	9	„
„ „ „ M	206	„

Es stammte also der erhöhte Pilzgehalt des Sammelkanals aus den entferntesten Theilen des Heidingsfelder Astes.

Der hohe Pilzgehalt der äusseren Strecke des neuen Astes musste erklärt werden. Am nächsten lag folgende Annahme:

Die keimfreien Sandschichten, in denen das Wasser normalerweise im Gelände der Wasserversorgung fliesst, waren durch das Legen der Wasserrohre aufgewühlt worden, sie hatten, lange an der Oberfläche der Erde liegend, Gelegenheit gehabt, sich mit Pilzen zu bevölkern, die dann beim Wiedereinfüllen des ausgehobenen Grundes mindestens eine Zeit lang in der Tiefe weiter-

[1]) Für die Bezeichnung der Schächte und die ganze Situation ist Tafel IV zu benützen.

zuwachsen, sich zu vermehren Gelegenheit hatten, wodurch das Wasser keimhaltig werden konnte.

Da die Sandschichten am Heidingsfelder Ende der Leitung zuletzt ausgehoben und eingefüllt waren, so ist es begreiflich, dass sich dort am längsten und reichlichsten Bacterien fanden.

Ferner musste nach Versicherung des Herrn Ingenieur *Lamb* angenommen werden, dass das Wasser an den äussersten Punkten des Stranges am stärksten stagniert und im Würzburger Ast überhaupt stärker strömt als im Heidingsfelder. In stagnierendem Wasser vermehren sich aber manche, Anfangs nur ganz spärlich vorhandene, Bacterien sehr rasch, sodass auch dadurch eine hohe Pilzzahl im Schacht M verständlich war.

Bei dem nächsten Versuche wurde noch ein weiterer Punkt berücksichtigt. Es schien interessant zu wissen, ob die Oberfläche und die Tiefe des Wassers die gleiche Bacterienzahl beherbergen. Wenn, was nach den Angaben von Herrn Director *Lamb* zu erwarten war, die Oberfläche relativ stagnirte, so war dort eine viel höhere Pilzzahl zu erwarten.

Dies wurde durch den Versuch am 16. I. bestätigt:
Sammelkanal 43 Keime

Würzburger Schenkel.	Revisionsschacht	C.	Oberflächl. Wasser	58
			Tiefenwasser	34
Heidingsfelder	„	H.	Oberflächl. Wasser	1100
			Tiefenwasser	67
„	„	L.	Oberflächl. Wasser	185
			Tiefenwasser	62

Damit war stellenweise ein überraschender Pilzgehalt des Oberflächenwassers dargethan — der wohl auf Stagnation zu beziehen ist. Man wird um so eher der Stagnation eine Bedeutung zuschreiben, da ja in der That bisher nur 12 von 24^h gepumpt wurde

Die letzten Wasseruntersuchungen beschäftigten sich wieder nur mit allerdings sehr vielfach angestellten Zählungen der Wasserbacterien aus dem Sammelkanal und ergaben:

21. I. 95 36 Keime
27. I. 95 44 Keime.

Fasse ich das Ergebniss der Zählungen zusammen, so lautet es:

Der Pilzgehalt des aus dem Sammelkanal geschöpften Wassers des neuen Wasserwerks bewegt sich in den letzten Monaten zwischen 92 und 38.

7. IX. 94	38
24. IX. 94	42
6. X. 94	35
18. XII. 94	92
27. XII. 94	64
7. I. 95	71
16. I. 95	43
21. I. 95	36
27. I. 95	44.
Mittel	52 Keime.

Diese Zahl ist recht günstig, wenn auch noch nicht ideal, da eigentlich eine Zahl von 10—20 Keimen erwartet werden dürfte.

Die Bedeutung der Erhöhung der Pilzzahl ist aber wahrscheinlich keine grosse, da: 1. die Anlage noch neu und 2. Stauungen nicht ganz ausgeschlossen sind.

Um zu einem klaren Urtheil über die Bedeutung dieser Pilze zu kommen, hat nun — neben den monatlich 1—2 mal zu bethätigenden Zählungen folgendes zu geschehen:

Es ist durch genaues Studium festzustellen, welche Arten von Bacterien jetzt unser Wasser bewohnen, ob es wenige oder zahlreiche Arten sind, ob sich die Pilzflora mit der Zeit reicher oder einfacher gestaltet, ob gesundheitsschädliche Arten jemals vorkamen u. s. f. Aus diesen Ermittelungen lassen sich mit der Zeit eine Reihe hygienisch wertvoller Schlüsse ziehen, ohne eine solche breitere wissenschaftliche Grundlage hat jedoch ein rein mechanisch festgesetztes Pilzzählen nur orientirenden Werth und jede grössere Pilzzahl wird neue Bedenken erwecken müssen.

Von besonderem Interesse wäre es aber, diese Untersuchung auf die Arten: 1. zu Epidemiezeiten, wo nach Kenntniss der normalen Wasserflora viel leichter als es jetzt möglich ist, nachgewiesen werden kann, ob sich ein fremder Eindringling im Wasser findet oder nicht, 2. bei Ueberschwemmungen, worauf ich gleich zurückkomme.

II. Mischt sich dem Grundwasser durch starkes Pumpen auch Mainwasser bei?

Es ist theoretisch denkbar, dass, wenn sich durch starkes Pumpen der Spiegel des dem Main zufliessenden Grundwassers stark senkt, Mainwasser in das Grundwassergebiet nachrückt. Dass das in der That so ist, davon sind viele Würzburger überzeugt. Ich muss aber behaupten, dass bisher kaum ein einziger zwingender Beweis dafür vorliegt. Die bisherigen planmässig angeführten Untersuchungen ergaben ebenso oft das Gegentheil.

Folgendes ist das mir in den städtischen Acten vorliegende [1]) Material, gewonnen von Herrn Dr. *Röttger*, Inspector der Kgl. Untersuchungsstation.

Am 9. XII. 92 ergab eine Morgens 7 Uhr geschöpfte Probe in 1 Liter Milligramm:

Rückstand	Kalk	Magnesia	Deutsche Härtegrade
564	194	40,3	25
Am gleichen Tag nach anhaltendem Pumpen Abends 7 Uhr:			
512	172	38,1	22,5
Am 22. XII. 92 Morgens 7 Uhr:			
579	162	36	21,2
Abends 7 Uhr nach intensivem Pumpen:			
600	166	36,7	21,7
Am 16. I. 93. früh 7 Uhr:			
556	191	42,9	25,1
Abends 7 Uhr nach anhaltendem Pumpen:			
500	165	38,1	21,8

d. h.: während im Versuch vom 9. XII. und 16. I. das Wasser um etwa 10% weicher wurde — was man allenfalls auf einen Zufluss von circa 20% Mainwasser deuten könnte, blieb am 22. XII. der Gehalt nicht nur gleich, nein, das Wasser wurde sogar etwas härter.

Ich selbst habe darauf hin einen Versuch mit 24stündiger Pumpdauer nach Aufstellung der neuen Dampfpumpe und vor-

[1]) Das **wichtigste Actenstück** (vergl. pag. 3) wurde mir erst im Oktober 1896 von Herrn Director *Lamb* zugänglich gemacht. (Anmerkung beim Druck).

läufiger Fertigstellung der Sammelgallerie gemacht. Das Resultat war:

Es enthielt 1 Liter aus dem Sammelkanal am 13. XII. 94

	Rückstand	Asche	Glühverlust	Chlor	Magnesia	Kalk
nach 6^h Pumpen	516	378,4	137,6	8,5	42,0	180
Controle	514,8	377,6	137,2	—	—	—
nach 12^h Pumpen	510,4	372,8	137,6	8,5	—	—
nach 18^h Pumpen	514,0	376,0	138,0	9,0	—	—
nach 24^h Pumpen	507,6	370,8	136,6	9,0	42,0	172,1
Controle	508,8	372,0	136,8			

Das Ergebniss dieses mit ganz besonderer Sorgfalt durchgeführten Versuches beweist, dass zur Zeit wenigstens absolut keine Beimischung von Mainwasser zu constatieren ist, selbst wenn 24^h gepumpt wird, das Wasser bleibt vollkommen unverändert in seiner chemischen Zusammensetzung. Jeder Kundige wird die minimalen Schwankungen in der Wasserzusammensetzung, die ich fand, als ein Vorkommniss bezeichnen müssen, das an jeder Quelle beobachtet werden kann.

Immerhin wird es im Interesse der Stadt liegen, zu Zeiten, in denen das neue Wasserwerk stark in Anspruch genommen und scharf gepumpt wird, einmal wieder eine analoge Untersuchung ausführen zu lassen, bei der dann — bei continuirlichem Pumpbetrieb — am besten 4mal Wasser in 12stündigen Intervallen geschöpft und neben der chemischen Zusammensetzung gleichzeitig der Pilzgehalt und die Temperatur controliert wird.

Die Temperatur des Wassers des Wasserwerks von c. 7° Celsius jetzt im strengsten Winter beweist auch evident, dass ein rasches und reichliches Einströmen von Mainwasser das z. Z. 0° hat, nicht stattfindet.

Es mag aber noch zur Beruhigung aller ängstlichen Personen hier kurz die Frage erörtert werden — ob denn dieses als theoretische Möglichkeit zugegebene Eindringen von Mainwasser in unsere Leitung, wenn es thatsächlich vorkäme, einen Missstand vom hygienischen Standpunkt bedeute?

Diese Frage kann ruhig verneint werden, denn:

1. Das Mainwasser muss, um zu unserer Sammelgallerie zu gelangen, einen Weg von 30—100 Meter in trefflich filtrirendem

Sand zurücklegen.[1]) Auf diesem Wege werden alle Bakterien vollkommen abfiltrirt, ebenso alle sonstigen unappetitlichen und widrigen im Maine suspendirten Stoffe.

2. Chemische gelöste Stoffe hält das Sandfilter nicht zurück, es enthält aber auch der Main keine Körper, die nicht auch in unserem Leitungswasser vorkommen dürften.

3. Unter Umständen könnte zwar die Temperatur des Wassers etwas erhöht oder erniedrigt werden, immerhin ist zu bedenken, dass das Mainwasser, ehe es in die Leitung gelangt, erst eine dicke gleichmässig wie das Grundwasser temperirte Sandschicht durchlaufen muss, auf welchem Wege es sich im Sommer abkühlt oder im Winter erwärmt, jedenfalls sich der Temperatur des Grundwassers nähert — solange es nicht lange Zeit und in starkem Strome eindringt.

Endlich mag noch bemerkt sein, dass die Möglichkeit einer Beimengung von Mainwasser von Jahr zu Jahr abnimmt, da der Fluss bei den Versuchen in's Gebiet der Wasserleitung einzudringen, die dem Ufer naheliegenden Sandschichten mehr und mehr verschlammt und undurchlässig macht — wenn er dies nicht schon seit lange gethan hat, was allerdings das wahrscheinlichste ist.

III. Ist der Schutz des Wasserwerks gegen Mainhochwasser und sonstige Verunreinigung genügend?

Nach Angabe des Herrn Director *Lamb* ist bei Hochwasser gelegentlich ein Ueberfluten des ganzen Entnahmegebiets der Wasserversorgung bis zu einer Höhe von circa 2 Meter vorauszusehen. Da bisher kein Hochwasserdamm das Gelände schützt — wohl der sicherste und unter allen Umständen zu erstrebende Schutz für ein Werk von der Wichtigkeit einer städtischen Wasserentnahmestelle, — so ist zu untersuchen, ob die bisher getroffenen Maassnahmen ausreichen.

Eine Gefährdung durch das unterirdisch gegen die Sammelgallerie vordrängende Hochwasser ist nicht zu befürchten, — denn dieses Wasser wäre ja, wie oben auseinandergesetzt, unter allen Umständen filtrirt — es handelt sich nur um das über dem Ge-

---

[1]) Die städtischen Filterwerke von Berlin und Hamburg arbeiten nur mit circa 1 Meter dicker Sandschicht!

lände stehende von oben in die Gallerie drückende Wasser. Die dichte lehmhaltige Humusschicht, die über den wasserführenden Sanden liegt, wird einen Durchtritt des Hochwassers in die Tiefe kaum gestatten, wenn nicht die Ueberdeckungen der Revisionschächte nachgeben. Dies scheint mir nicht zu befürchten zu sein. Es wurden nämlich auf die in Cementbeton gebauten Revisionsschächte, die durch eiserne Anker in ihren Theilen besonders fest zusammengehalten sind, eiserne schwere Deckel angepresst, deren Dichtung durch einen dicken Gummifalz bedingt wird. Solange für periodische Erneuerung des etwa hart gewordenen Gummi gesorgt wird, so lange ist ein Eindringen von Wasser durch die Schachtöffnungen wohl sicher ausgeschlossen.

Ich glaube also, dass eine Ueberschwemmung, wenn sich nichts unvorhergesehenes ereignet, unser Wasser auch nicht ernstlich gefährden wird, immerhin halte ich es für Pflicht der Stadt, durch Anlage von Dämmen das Gebiet dauernd hochwasserfrei zu gestalten. Sehr wichtig wird das in Aussicht genommene Studium der Bacterienarten im Leitungswasser sein zur Beurtheilung der Frage, ob bei einem Hochwasser unfiltrirtes Mainwasser d. h. Mainbacterien in das Leitungswasser eingedrungen sind.

Zum Schluss sei mir ein Hinweis auf einen vor 3 Jahren hier gehaltenen öffentlichen Vortrag über Wasserversorgung gestattet, in dem ich ausführte, dass das Gebiet einer städtischen Wasserversorgung als Heiligthum zu behandeln sei. Wiesen und Schattenplätze eventuell ein Park sollen das Anwesen bedecken, nicht Aecker — eine Ansicht, die zu meiner Freude von vielen einsichtigen Würzburgern getheilt wird.

Gutachten II.

Zusammenfassender Bericht über die von März 1895 bis 14. Januar 1896 im Auftrage des Stadtmagistrats ausgeführten Untersuchungen.

Unter dem 16. April 1895 wurde der Unterzeichnete vom Stadtmagistrat Würzburg aufgefordert:

1. Durch genaue Untersuchungen festzustellen, welches die Arten der Bacterien sind, die das Wasser des Sammelkanals am Steinbachsgrund bewohnen, ob die Arten wenige oder zahlreiche sind und ob gesundheitsschädliche vorkommen.
2. Es sei ferner ein Gutachten darüber veranlasst, ob eine Gefahr für die Wassergewinnungsanlage am Steinbachsgrunde bestände, wenn in Folge einer ausgebrochenen Epidemie der Mainfluss verseucht wird bezw. ob der natürliche Filter eine ausreichende Garantie gegen eine Verunreinigung des Sammelkanals bilde.
3. Es habe eine bacteriologische Untersuchung des Wassers und zwar des oberflächlichen wie des Tiefenwassers im neuen Hochbehälter am Galgenberg stattzufinden.
4. Es sei ein Gutachten über den etwaigen Einfluss des toten Mainarms, der sich zwischen dem Mainfluss und einem Theile des Sammelkanals befindet, veranlasst.

Die Frage 1 ist in einer grossen Reihe von Untersuchungen bereits in Angriff genommen, doch erscheint zur Zeit die Zahl der Arten eine so grosse, dass erst etwa in Jahresfrist über dieses Thema eine massgebende Mittheilung versprochen werden darf — derartige zeitraubende Untersuchungen müssen neben der übrigen Arbeit lange Zeit fortgeführt werden, wenn mehr als ein scheinbares Resultat, das Niemand von Nutzem ist, herauskommen soll. Soviel darf ich aber heute schon versichern, dass bisher unter den circa 30 Arten, die aus dem Heidingsfelder Wasser isoliert sind, keine gesundheitsschädliche aufzufinden war.

Acht Arten sind bisher genau untersucht, eine grosse Anzahl weiterer werden in den nächsten Wochen ihr genaues Studium finden.

Meine Beantwortung der Fragen 2, 3 und 4 wäre schon längst in den Händen des Stadtmagistrats, wenn nicht bei den Untersuchungen ad 3 sich so merkwürdige — auf den ersten Blick beängstigende Dinge ergeben hätten — die eine sehr eingehende Untersuchung erforderten. Diese Untersuchung ist auch heute noch nicht abgeschlossen — auf Wunsch des Magistrates soll aber über den gegenwärtigen Stand unserer Untersuchungen berichtet werden.

Das darf ich aber noch hinzufügen, dass die lange Verzögerung des Gutachtens die Stadt in keiner Weise geschädigt hat. Ich habe in diesen 9 Monaten sehr zahlreiche Conferenzen mit Herrn Director *Lamb* gehabt, der stets über alle Ergebnisse meiner Studien unterrichtet war und von denselben, soweit es möglich war, stets Gebrauch machte. Ich spreche auch an dieser Stelle Herrn Director *Lamb* für die stets auf das entgegenkommendste geleistete Hülfe bei den verschiedenen Arbeiten meinen besten Dank aus.

Die Beantwortung der gestellten Fragen wird am besten in der Reihenfolge 4, 2, 3 erfolgen.

Beantwortung von Frage 4.

Beeinflusst der tote Mainarm zwischen dem Mainfluss und dem Sammelkanal die Beschaffenheit des Wassers des letzteren.

Vermuthungen konnten hier nichts helfen. Untersuchung des Leitungswassers versprach ohne weiteres auch keine Resultate.

Es mussten also Experimente gemacht werden, ob sich ein Uebergang gelöster Stoffe und kleiner körperlicher Partikel speciell von Bacterien aus dem toten Mainarm in's Leitungswasser constatieren lasse. Bei der Unkenntniss über die Strömungsverhältnisse im Altmain konnten diese Versuche vorerst nur orientirende Bedeutung beanspruchen.

Die Versuche konnten nach 2 Richtungen angestellt werden, indem man

1. Dem Mainaltwasser in der dem Wasserwerk zunächst gelegenen Bucht eine chemisch noch in Spuren leicht nachweisbare Substanz zusetzte und diese Substanz im Leitungswasser nachwies.

Die Substanz durfte
a) nicht vom Boden absorbiert werden, musste
b) im Leitungswasser für gewöhnlich fehlen, und
c) noch in sehr kleinen Mengen nachweisbar sein.

Am liebsten hätte ich Fluorescëin oder einen anderen Theerfarbstoff angewendet, musste aber davon Abstand nehmen, da eine wenn auch schwache und ganz unschädliche Färbung des Leitungswassers als absolut unzulässig erschien. — Unter diesen Umständen glaubte ich es mit Lithiumchlorid versuchen zu sollen.

Die Menge des Altwassers war auf 13 000 000 Liter von Herrn Director *Lamb* berechnet — in dieselbe streuten wir am 22. Juli 1900 grm = 1 900 000 Milligramm Lithiumchlorid. Es kam also auf 13 Liter Wasser 1,9 mg Lithiumchlorid oder rund auf jeden Liter 0,15 mg Lithiumchlorid.

Lithiumchlorid ist, wie wir in einer Reihe von Versuchen ermittelten, mit Hülfe der Spectralanalyse, wenn man 100 cbcm Wasser abgedampft zur Analyse verwendet, noch leicht nachzuweisen, wenn 1 Liter 0,005 mg enthält. Es war also in 100 cbcm Leitungswasser noch Lithium zu erwarten, wenn nur $^1/_{30}$ des Leitungswassers aus Altmainwasser bestand. Bei Verwendung eines Liters Leitungswasser wäre die Beimischung von $^1/_{300}$ noch nachweisbar gewesen.

Es wurden nun Wasserproben geschöpft:

Datum.	Altwasser des Mains. (Es wurden stets 2 Proben an verschiedenen Stellen untersucht.)	Leitungswasser aus dem Sammelkanal.
22. VII. 9 Uhr Früh	Kein Lithium	Kein Lithium
22. VII. 10 Uhr Früh Lithiumchlorid eingegossen.	Nicht untersucht	Nicht untersucht
22. VII. $7^1/_2$ Uhr Abends	In 150 cbcm sehr deutlich Lithium nachweisbar	In 200 cbcm keine Spur.
23. VII. $7^1/_2$ „ Früh	In 150 cbcm Lithium schwach aber deutlich	In 400 cbcm keine Spur.
23. VII. $3^1/_2$ „ Mittags	In 150 cbcm Lithium sehr schwach	—
24. VII. $7^1/_2$ „ Früh	In 150 cbcm keine Spur Lithium	In 1000 cbcm keine Spur.
24. VII. $3^1/_2$ „ Mittags	In 300 cbcm keine Spur Lithium	—
25. VII. $7^1/_2$ „ Früh	In 300 cbcm keine Spur Lithium.	—

Das Resultat lässt sich also dahin ausdrücken: Schon nach 30^h war das Lithium aus dem Altwasser verschwunden, im Leitungswasser wurde nie eine Spur gefunden — es gibt also der Verlauf dieser Versuche keinen Anhaltspunkt für ein Eindringen von Mainwasser in's Leitungswasser.

Ich muss allerdings nachträglich zugeben, dass die verwendete Lithiumchloridmenge wohl eine grössere hätte sein sollen, angesichts der Thatsache, dass offenbar das Altwasser nicht annähernd stagnirend ist, sondern mit dem Flusse irgend wie communicirend sich rasch erneuert. Die nur 30 stündige Nachweisbarkeit des Lithiumchlorid im Altwasser nimmt dem Versuche etwas von seiner Beweiskraft.[1]

Ich schlage daher zum endgültigen Entscheid der Frage bei dem hohen Preise des Lithiumchlorid noch eine zweite Versuchsanordnung vor, die sich schon von Anfang an in's Auge gefasst.

Es wird das Kochsalz (Chlor) im Leitungswasser aus dem Sammelschacht einige Tage quantitativ bestimmt und dargethan, dass seine Menge nur sehr unbedeutend schwankt. Nachdem dies geschehen, wird täglich (6—10 Tage lang) die Menge von 130 Kilo Kochsalz (kann Viehsalz sein) in das Wasser eingegossen. Dadurch steigt der Kochsalzgehalt jedes Liters Mainwasser um etwa 10 Milligramm (d. h. von etwa 13 auf 23 Milligramm) — diese Steigerung muss den Kochsalzgehalt des Leitungswassers für chemische Hilfsmittel eklatant beeinflussen und die Frage entscheiden. Zu schmecken wird von diesem Kochsalzzusatz im Leitungswasser keinesfalls etwas sein.

Ich empfehle diesen Versuch besonders auch desshalb, um — ganz abgesehen von der Beimischung von Wasser aus dem alten Main — einmal einwandfrei zu erfahren, ob und in welchem Maasse überhaupt Mainwasser durch unser Pumpwerk angesogen wird.

Gleichzeitig mit der Prüfung des Zusammenhanges von Altwasser und Leitungswasser durch Lithiumchlorid wurde ein Versuch gemacht zu sehen, ob Bacterien aus dem Altmainwasser in's Leitungswasser zu dringen vermöchten. Dazu wurde

---

[1]) Andererseits ist es auch von grossem Werthe, zu wissen, dass das fragliche Altwasser nicht stagniert, dass also von dem Altwasser dem Leitungswasser keine grössere Gefahr droht als vom Mainwasser selbst.

das Altwasser mit nicht weniger als 20 Liter Bouillon versetzt, in der der „Kieler Wasserbacillus" — ein rother unschädlicher Wasserbacillus, der in den hiesigen Wasserläufen noch nie gefunden wurde, in wenigstens 2 Milliarden Individuen (pro 1 ccm) enthalten war.

Sofort nach dem Eingiessen der Culturen, was auf viele verschiedene Stellen der Altwasser vertheilt wurde, fanden sich die Keime zahlreich im Altwasser und es wurden nun folgende Untersuchungen nach der Plattenmethode ausgeführt:

Datum	Altwasser des Mains		Leitungswasser
	obere Schöpfstelle	untere Schöpfstelle	
22. VII. 9 Uhr Früh	Keine Kieler Bacillen	Keine Kieler Bacillen	0
22. VII 10 „ Früh	reichlich	reichlich	0
22. VII. 4 „ Mittags	reichlich	spärlich	0
23. VII. 7 „ Früh	0	0	0
23. VII. $10^1/_2$ „ Früh	0	spärlich	0
23. VII. $3^1/_2$ „ Mittags	0	0	0
24. VII. $7^1/_2$ „	0	0	0
25. VII. $7^1/_2$ „	0	0	0

Es verschwand also gegen alles Erwarten schon nach 25^h der eingesähete Bouillon aus dem Altwasser — er vermehrte sich nicht nur nicht, wie man allenfalls hätte erwarten dürfen, nein, er ging geradezu zu Grunde. Unter diesen Umständen hatte es keinen Werth, die umständliche Untersuchung beim Leitungswasser längere Zeit fortzusetzen.

Ich muss sagen, dass das negative Resultat dieses umsichtlich angestellten Versuches, der auch durch bedeckten Himmel [1]) begünstigt wurde, weder für noch gegen die theoretische Möglichkeit spricht, dass Bacterien aus dem Altmain in das Leitungswasser gelangen können. Ich bin bereit, wenn es gewünscht wird, diese Frage mit anderen Bacterien zu lösen zu versuchen, muss aber bekennen:

1. dass aus Gründen, die ich in meinem Gutachten vom 14. Februar 1895 entwickelte, mir diese Möglichkeit unwahrscheinlich ist.

[1]) Directes Sonnenlicht ist für die Bacterien schädlich.

Diese Gründe haben für mich an Gewicht erheblich gewonnen, nachdem dieses Jahr im Mai, September und December wieder ein sehr keimarmes ja mehrmals fast absolut keimfreies Wasser aus dem Sammelkanal gewonnen wurde (vergl. Seite 21 u. 22.) Es wäre ganz unmöglich, dieses Resultat zu erhalten, wenn nicht die Sandschicht zwischen Altmain und Sammelkanal ganz tadellos alle körperlichen Elemente (inclus. Bacterien) zurückhielte.

2. dass die Gefahr einer Wasserverunreinigung beim gegenwärtigen Stand der Dinge bei Ueberschwemmung durch Hochwasser unendlich viel grösser ist als durch ein Versagen der Filterwirkung [1]).

Beantwortung von Frage 6.

Ob eine Gefahr für die Wassergewinnungsanlage im Steinbachsgrund bestände, wenn in Folge einer ausgebrochenen Epidemie der Mainfluss verseucht wird bezw., ob das natürliche Filter eine ausreichende Garantie gegen eine Verunreinigung des Sammelkanals bilde.

Die Frage, ob bei normalem Mainwasserstand die filtrirenden Sandschichten so tadellos functionieren, dass sie auch pathogene im Main befindliche Keime tadellos zurückhalten, ist bereits in der Beantwortung der Frage IV mit grosser Wahrscheinlichkeit bejaht worden.

Dagegen habe ich in meinen früheren Gutachten mehrfach darauf hingewiesen, dass ein endgültiges Urtheil über die hygienische Zweckmässigkeit unserer neuen Wasserwerksanlage an der Mergentheimerstrasse erst möglich sei, wenn bei Hochwasser die Verschlüsse der Revisionsschächte sich als dicht erwiesen hätten.

Die Schneeschmelzen und starken Regengüsse gaben Ende März und Anfang April dieses Jahres die erwünschte Gelegenheit, unter Mitwirkung von Herrn Director *Lamb* diese hochwichtigen Untersuchungen auszuführen.

Ich habe über das theilweise recht ungünstige Resultat dieser Untersuchungen Herrn Director *Lamb* Mitteilung gemacht, der, wie er mir mittheilte, sofort thunlichste Abhülfe schaffte. Alle folgenden Ausführungen beziehen sich auf den damaligen Stand der Anlage.

---

[1]) Bei normalem Mainstand. (Anmerk. bei der Drucklegung).

Eine erste Untersuchung fand am 28. März 1895 statt. Ein starkes Hochwasser hatte die vorhergehenden Tage das Gelände der Wasserentnahme bis auf die beiden innersten Schächte F und M[1]) unter Wasser gesetzt, trübes lehmhaltiges Wasser hatte einige Tage über den Schachtdeckeln gestanden.

Die ausgeführten Untersuchungen ergaben (die chemischen im Mittel aus je 2 Bestimmungen, die bacteriologischen im Mittel aus je 6 Bestimmungen) folgende Werthe:

Wasseruntersuchung vom 28. März:

	In 1 Liter					In 1 cbcm.	
	Rück-stand	Glühver-lust	Asche	Kalk	Magnesia	Bacterien	Suspend. Bestand-theile (Lehm)
Sammelkanal	**317,2** 316,4	102,8 103,2	214,4 213,2	**112**	**23**	**1042**	**0,75**
Main	**185,6** 184,8	70,4 70,4	115,2 114,4	**54**	**16,2**	**20260**	**68,0**

Die hohe Bacterienzahl im Wasser des Sammelkanals verbunden mit der deutlichen Trübung durch feinen Schlamm, liess es als absolut sicher erscheinen, dass Mainwasser in unfiltrirtem Zustand in die Schächte eingedrungen sei — ein Zustand, der als absolut unzulässig und in hohem Masse hygienisch bedenklich bezeichnet werden muss.

Es fragte sich nun, ist durch alle Schächte, die überfluthet waren, Wasser eingedrungen, oder haben sich die beiden in Gebrauch befindlichen Deckelsysteme:

a) älteres System aus der Fabrik von *Geiger* in Karlsruhe F, E, D, C, B, A, G;

b) neueres System von *Nöll & Comp.* in Würzburg H, J, K, L, M.

verschieden gut bewährt.

Zur Beantwortung dieser Frage begab ich mich am 1. April 1895 als das Hochwasser etwas gesunken, und die Schachtöffnungen wieder freigelegt waren, mit Herrn Director *Lamb* und

[1]) Vergl. den beiliegenden Situationsplan auf Tafel IV.

meinem Assistenten zu einer gründlichen Untersuchung nach dem Wasserwerk.

Es wurden erst Deckel der neuen Construction Schacht H, J, K geöffnet. Ueberall ergab sich ein tadelloser Schluss und — als Beweis für die Luftdichtigkeit — ein deutlicher Ueberdruck der im Schacht eingeschlossenen Luft.

Der luftdichte Schluss beweist aber a fortiori einen wasserdichten.

Unsere Bemühungen in den Schächten H. J. K. etwas von eingedrungenem Lehmwasser zu sehen waren umsonst.[1])

Anders verhielten sich die mit alten Deckeln verschlossenen Schächte F. E. D. C. B. A. G.

Bis auf den Schacht F, der nicht überfluthet gewesen war, war bei jedem Schacht ein deutliches Eindringen von Lehmwasser leicht zu beobachten, theils durch die Fugen des Deckels, theils zwischen der eisernen Schachtfassung und dem umgebenden Cementmauerwerk.

Es hatten sich gelbe Lehmmassen namentlich bei Schacht E. C. G. an der Innenwand des Wasserwerks und besonders an den Leitersprossen niedergeschlagen.

Um einen Begriff von der Verunreinigung des Wassers an den einzelnen Schachten zu erhalten wurden, zahlreiche bacteriologische Untersuchungen angestellt. Es enthielt 1 cbcm Wasser nach 4tägiger Zählung — jede Zahl ist der Durchschnitt von 6 Zählungen — folgende Pilzzahlen:

Sammelkanal		510	
Schacht	L.	4900	(überfluthet gewesen.)
„	K.	2932	
„	J.	2586	
„	E.	3660	
„	F.	1000	(nicht überfluthet gewesen.)

Die übrigen Schächte nicht geprüft.

Es stimmten diese Resultate mit denen vom 28. III. recht gut überein, nur war im Sammelkanal durch das Nachsickern

[1]) Wie mir Herr Director *Lamb* nach Abschluss des Gutachtens mittheilte, hat sich bei der späteren genaueren Revision ergeben, dass auch von den mit Nöll'schen Deckeln versehenen Schächten einige, (wohl L und M) weil bei Frost gemauert, eine seitliche Durchlässigkeit zeigten. Dieselben sind neu hergestellt resp. repariert.

filtrirten Wassers die Pilzzahl bereits wieder auf die Hälfte zurückgegangen, während in den Schächten aus dem eingeschwemmten Lehm fortwährend Keime ins Wasser übergingen.

Am 3. April, 2 Tage nach der letzten Probeentnahme, wiederholten wir unsere Untersuchung:

Sammelkanal 220
Schacht H. 100
„ G. 230
„ A. 310
„ C. 280

} Die übrigen Schächte nicht geprüft.

Also wieder eine bedeutende Abnahme.

Auch eine chemische Untersuchung wurde ausgeführt.

Es enthielt am 3. April 1895 ein Liter Wasser folgende Werthe in Milligramm:

	Rückstand	Glühverlust	Asche	Kalk	Magnesia	Bacterien	Suspend. Bestandtheile
Sammelkanal	413,2	134,4	278,8	156,0	33,4	220	0
	413,2	134,4	278,8				
Schacht C.	413,6	134,4	278,8	154,0	33,3	280	0
	412,4	134,8	277,6				

Am 13. April wurde abermals untersucht und gefunden:

Aus dem Sammelkanal entnommene 3 Proben gaben (je im Mittel aus 3 Zählungen)

I 134 Keime pro 1 cbcm
II 120 „ „ 1 „
III 110 „ „ 1 „

} im Mittel **122** Keime.

Es war also eine weitere erhebliche Keimabnahme eingetreten.

Am 2. Mai konnte constatiert werden, dass nun die eingedrungenen Schmutzwasserbacterien wieder ganz ausgeschwemmt seien, denn wir erhielten das erfreuliche Ergebnis:

3 Proben des Sammelkanals lieferten (je im Mittel aus 3 besonderen Zählungen)

I 20
II 26
III 25

} im Mittel **24** Keime.

Dieses Resultat darf wieder als sehr befriedigend bezeichnet werden.

Auch eine später vorgenommene Untersuchung vom 18. Sept. 1895 ergab (nach 5 Tagen):

I 15
II 14 } Mittel **16**.
III 17

Und eine letzte Zählung vom 28. Dezember 1895

I 32
II 35 } Mittel **33**.
III 33

Ich will die sehr wichtigen Erfahrungen nochmals zusammenfassen, die die vorhergehenden Seiten enthalten:

1. Der gegenwärtige Zustand[1]) des Wasserwerkes an der Mergentheimerstrasse bietet ganz ungenügenden Schutz gegen Hochwasser.

2. In erster Linie sind die schlechten Deckel einer Anzahl Schächte am Eindringen des Hochwassers schuld, daneben muss constatirt werden, dass bei den gleichen Schächten auch die Verankerung der Schachtfassungen ungenügend war.

3. Es ist zu hoffen, dass die bescheidene Ausgabe für neue Deckel und Verbesserung der Schachtaufmauerungen ausreicht, um bei künftigem Hochwasser die Gefahr der Verunreinigung zu beseitigen.

4. Eine volle Garantie, ob diese Maassregel ausreicht, kann nicht übernommen werden, erst nach einer Erprobung durch neue Ueberschwemmungszeiten ist zu sagen, ob nicht doch die kostspieligeren Maassnahmen
   a) Hochführung der Schächte,
   b) Anlage eines Hochwasserdamms

   geboten ist.

5. Die chemische Untersuchung vom 28. III. 1896 zeigt zur Evidenz, dass selbst zu Zeiten einer

---

[1]) Insoweit nicht schon Verbesserungen vorgenommen sind.

Mainüberschwemmung, wo ein Eindringen unfiltrirten Mainwassers in die Schächte nachgewiesen ist, trotz dieses — offenbar nicht massenhaft erfolgenden Eindringens — die Zusammensetzung des Schachtwassers von dem des Mainwassers ausserordentlich verschieden ist (Leitungswasser 317 mg Rückstand, Main 185,6!) — ein Beweis mehr, dass zu normalen Zeiten höchstens geringe Mengen Mainwasser (natürlich in filtrirtem Zustande) unserem Sammelkanal zufliessen, und dass mindestens der grösste Theil des Leitungswassers vom unterirdischen Grundwasserstrom der Waldskugel etc. geliefert wird.

Ich denke, dass es keiner sehr grossen Vermehrung des bisherigen Analysenmaterials mehr bedarf, um einen Anhaltspunkt dafür zu haben, in wie weit bei verschiedenen Mainpegelständen filtrirtes Mainwasser sich dem Grundwasserstrome beimischt. Ich würde bei weiteren Untersuchungen darnach trachten, das Analysenmaterial in dieser Richtung zu vervollständigen.

Untersuchungen über den neuen Hochbehälter.

Der Auftrag des Stadtmagistrats Würzburg lautete: Es habe eine bacteriologische Untersuchung des Wassers und zwar des oberflächlichen wie des Tiefenwassers im neuen Hochbehälter am Galgenberg stattzufinden.

Bei dem ersten Versuch diese Aufgabe zu bearbeiten, wurden aber solch auffallende und auf den ersten Blick Besorgniss erregende Dinge gefunden, dass ich mich im Einverständniss mit Herrn Director *Lamb* in eine eingehende Prüfung der hygienischen Verhältnisse des neuen Hochbehälters einliess. — Ich komme darauf gleich näher zu sprechen und theile nur zuerst die Ergebnisse der gewünschten bacteriologischen Untersuchung mit.[1])

---

[1]) Im folgenden nenne ich die gegen die Stadt gelegene Kammer des Hochbehälters „Stadtkammer", die gegen den Berg gelegene „Bergkammer".

Es enthielt 1 cbcm Wasser folgende Bacterienzahlen:[1])

Stadtkammer			Bergkammer		
8. V. Abends 5—6 Uhr.					
	Oberfläche	Tiefe		Oberfläche	Tiefe
Stelle I	140	95	Stelle I	225	93
Stelle II	—	113			
21. V. Abends 5—6 Uhr.					
			Stelle I	90	45
			Stelle II	—	50
18. V. Abends 5—6 Uhr.					
			Stelle I	166	80
			Stelle II[2])	—	110
4. VI. 4 Tage nach gründlicher Reinigung der Stadtkammer.					
Stelle I	480	37			
Stelle II	700	35			

Diese Untersuchungen zeigen:

1. In den tieferen Schichten entspricht der Pilzgehalt durchaus dem zu erwartenden.

   35, 37, 45, 50, 80, 93, 95, 110, 113 sind für Wasser, das einen mehrere Kilometer weiten Weg gemacht und einige Zeit stagnirt hat, durchaus befriedigende Zahlen.

2. In den oberflächlichen Schichten ist wohl der höhere und theilweise weniger befriedigende Pilzgehalt auf geringe kaum ganz vermeidbare Verunreinigungen durch Schmutz, (von den Stiefeln der Arbeiter) durch Hineinfallen von Luftkeimen und dergl. zurückzuführen. —

[1]) Alle Zahlen sind Mittel aus 3 Kontrol-Untersuchungen, die Zählung fand am 3., 4. und 5 Tage nach Anlage der Platten statt. Es wurde stets mit Phenolpthaleïn neutralisirte Gelatine verwendet.

[2]) Letzter Hieb 190.

Ich glaube, dass eine Wiederholung dieser Untersuchungen vorläufig unterbleiben kann.

Weitere Beobachtungen am Hochbehälter.

Zu meinem lebhaften Erstaunen zeigten die ersten zum Zweck bacteriologischer Untersuchung geschöpften Proben — insoweit sie aus der Tiefe der Kammern stammten – eine sehr deutliche, gelbliche resp. grünlichgelbliche Färbung! Im übrigen war das Wasser ganz klar, ohne auffallenden Geruch und Geschmack.

Es war natürlich mein erster Gedanke, dass die Art der Wasserentnahme, die auf eine bacteriologische Untersuchung zugeschnitten war, an dem auffallenden Resultate schuld sei. Controlversuche ergaben aber die Zulässigkeit meiner Methode. Dieselbe bestand in folgendem: Es wurde ein Kölbchen von 100—150 cbcm Inhalt sammt Wattepfropf sterilisirt und der Wattepfropf fest an eine sterilisirte Schnur gebunden. Durch eine einfache Vorrichtung wurde das Kölbchen an einem Bleiklotz vertikal befestigt und nun an einer Messingkette in die gewünschte Tiefe (meist 3 resp. 4 Meter) versenkt und jetzt durch kräftigen Zug der Wattepfropf herausgezogen. Sobald eine Gruppe aufsteigender Luftblasen die Füllung des Kölbchens verrieth, wurde dasselbe rasch heraufgezogen, einige Cubikcentimeter ausgegossen und ein frischer steriler Wattepfropf aufgesetzt.

Durch besondere Versuche wurde festgestellt, dass die leichte Bräunung, welche die Wattepfröpfe der zu versenkenden Kölbchen öfters zeigten, ohne jeden Einfluss auf die Farbe des geschöpften Wassers waren, denn Schöpfung mit ungebräunten Pfropfen ergab die gleiche Farbe des geschöpften Wassers und specielle Versuche gebräunte Pfröpfe mit farblosem Wasser zu schütteln etc., ergab keine Bräunung desselben.

Im Anfang wurde bloss die Farbe beobachtet und die Proben nur zur bacteriologischen Untersuchung verwendet, da aber bei den 3 vorgenommenen bacteriologischen Wasserentnahmen 8., 18., 24. V. die Färbung immer wieder auftrat, so wurden immer gründlichere Untersuchungen chemischer Natur vorgenommen, über die die folgende Tabelle berichtet:

	Oberfläche.					Mitte.		Tiefe	
	Farbe	Sauerst.-Verb.	Rückstand	Glühverlust	Asche	Farbe	Sauerst.-Verb.	Farbe	Sauerst.-Verb.
Bergkammer	farblos	0.75	—	—	—	farblos	1 5	blass-gelblich	40.0
Bergkammer	—	—	—	—	—	—	1.9	gelblicher Stich	13.6
"	—	—	—	—	—	—	2.0		8.4
Stadtkammer	—	0.8	—	—	—	—	—	gelblicher Stich	36.0
"	—	1.0	—	—	—	—	—		42.0
Stadtkammer	—	1.0	—	—	—	—	—	farblos	1.1
"	—	1.0	—	—	—	—	—		1.0
Bergkammer	—	—	—	—	—	—	—	gelblich	44.8
"	—	—	—	—	—	—	—	blass	8.8
"	—	—	—	—	—	—	—	gelblich	28.6
Stadtkammer	—	0.8	—	—	—	—	—	schwefelgelblich	39.2
"	—	1.4	—	—	—	—	18.4		30.8
Bergkammer	—	—	—	—	—	—	—		47.2
"	—	—	—	—	—	—	—		32.8
Bergkammer	farblos	—	—	—	—	—	—	farblos	7.0
Stadtkammer	"	1.0	—	—	—	—	—	"	2.0
Bergkammer	—	1.0	—	—	—	—	—	—	28.0
"	—	—	—	—	—	—	—	—	3.4
Stadtkammer	—	1.0	—	—	—	—	—	—	2.0
Bergkammer	—	14.6	488	159	329	—	—	Alle Proben klar und farblos	1.46
"	—	—	—	—	—	—	—		2 25
"	—	—	—	—	—	—	—		2.25
"	—	—	—	—	—	—	—		1.66
"	—	—	—	—	—	—	—		1.46
"	—	—	—	—	—	—	—		1.46
Stadtkammer	—	1.46	481	159	322	—	—		1.46
Stadtkammer	—	0.62	476	160	316	—	—	schwefelgelblich	25.7
Bergkammer	—	0.72	—	—	—	—	—	farblos	2 6
"	—	—	—	—	—	—	—		2.4
"	—	—	—	—	—	—	—		0.83
"	—	—	—	—	—	—	—		0.93
Stadtkammer	—	—	—	—	—	—	—	—	4.2
"	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0
"	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0
"	—	—	—	—	—	—	—	—	0.9

(3½—4 M.)				
Rückstand	Glühverlust	Asche		
—	—	—	21. V. 95, 6 h Abends	
—	—	—	28. V. 95	
—	—	—		Letzter Hieb. Org. Sub. = 0.86.
—	—	—	14. VI. 95	Stadtkammer am 10. VI. gründlich gereinigt.
—	—	—		beide tiefe Proben vom Grund des Schlammfangs.
—	—	—	26. VI. 95	Stadtkammer leer, nur im Schlammfang etwas Wasser. Constatirung ungenüg. Reinigung des Reservoirs, Boden unter der Treppe etc.
—	—	—		
—	—	—		nicht im Schlammfang — Reservoir halb gefüllt. — Versuch: Macerirung des Schlammes im Wasser gibt keine hohen Zahlen
—	—	—		im Schlammfang
—	—	—		nicht im Schlammfang
—	—	—	3. VII. 95	
—	—	—		
—	—	—		
—	—	—		
524	175.2	348.8	22. VII. 95. Morg. 7¾ h	Das Wasser steht seit 5 h Abends am 21. VII.
—	—	—		Letzter Hieb: 487. 160. 327.
640	194	446	23. VII. 95, Abends 6½ h	Wasserproben neben einander geschöpft. Mit geschöpft.
492	160	332		
—	—	—		
489	160	329	1. X. 95	Die Bergkammer steht seit 24 h 4 Meter hoch gefüllt. Temperatur 15° Cels. Stadtkammer sehr schwach gefüllt.
492	161	331		
492	162	330		
492	162	339		
489	160	329		
488	160	328		
—	—	—		Letzter Hieb: 1.23.
628	225	403	18. X. 95	Alle Wässer ganz klar, nur (1) trübt sich in zwei Tagen.
—	—	—		
—	—	—		
—	—	—		
—	—	—		Letzter Hieb: 6.62. Institut 0.31.
482	162	320	19. X. 95	
476	160	316		
—	—	—		Institut 0.31.
—	—	—		

Aus diesen zahlreichen mühsamen und zeitraubenden Untersuchungen ziehe ich folgende Schlüsse:

1. Das Wasser vom Grunde des neuen Hochbehälters zeigt, — wenn es dem gefüllten Behälter entnommen wird — häufig einen beträchtlich erhöhten Gehalt an organischer Substanz, (gemessen durch den Sauerstoffverbrauch) und parallel damit eine gelbliche Farbe.

2. Der gelblichen Farbe entsprach, so oft darauf untersucht wurde, eine wesentliche Erhöhung des Gehaltes an gelösten Bestandtheilen überhaupt (Rückstand) sowohl an Asche, wie an Glühverlust.

   Während das Oberflächenwasser und farbloses Wasser aus tiefen Schichten einen Gehalt von:

   circa 492 mg Rückstand, 162 mg Glühverlust, 330 mg Asche besass und etwa 1—2 mg Sauerstoff zur Oxydation verbrauchte, waren 2 genau analysirte Proben gelblichen Tiefenwassers, wie folgt zusammengesetzt:

   640 mg Rückstand, 194 mg Glühverlust, 446 mg Asche, 28 mg Sauerstoffverbrauch.

   628 mg Rückstand, 225 mg Glühverlust, 403 mg Asche, 25,7 mg Sauerstoffverbrauch.

   Unzweifelhaft hätten z. B. die Proben vom 5. Juli 1895 sehr wesentlich höhere Gehalte an Rückstand, Asche und Glühverlust ergeben, betrug doch ihr Sauerstoffverbrauch bis 47 mg!

3. Die stark verunreinigten Proben trübten sich beim Stehen — offenbar durch Kalkausscheidung — manchmal recht beträchtlich.

4. Besonders auffällig, ja wunderbar, erschien fast bei jeder Untersuchungsserie die gewaltige Verschiedenheit von mehreren Proben, die in der gleichen Kammer nacheinander in gleicher Tiefe mit dem gleichen Apparat geschöpft waren.

   Dieses Resultat ist so oft erhalten worden, dass bloss die Annahme hilft, dass in der That das Wasser am Boden des Behälters an verschiedenen Stellen verschieden zusammengesetzt ist. Es mag bei diesem Resultat etwas mitwirken, dass die Proben trotz aller Bemühungen nicht stets in der gewünschten tiefsten Wasserschicht

geschöpft wurden, indem die Schöpfkölbchen vielleicht nicht immer ganz genau beim Schöpfen auf dem Grunde aufstanden. — (Beim Druck scheint dies die richtige Erklärung.)

5. Die Grösse der Verunreinigung mancher Proben mag daraus hervorgehen, dass ein Trinkwasser mehr wie 1—3 mg Sauerstoff niemals verbrauchen soll, — dass also ein Sauerstoffverbrauch von 25—47 mg ganz ungeheuerlich erscheint. Ich habe oben erwähnt, wie sehr mich die gelbliche Farbe und diese unerhörten Sauerstoffzahlen befremdeten.
6. Es lag natürlich Anfangs die Vermuthung nahe, dass am Behälterboden da und dort zerstreut Häufchen von Schmutz lägen, der durch irgend welche Nachlässigkeit oder Zufälle dahin gelangt, das Wasser in seiner Umgebung verunreinige. Aber 2 malige gründliche Inspektionen der Reservoire ergab, dass allerdings da und dort etwas Sand, Lehm, Algenwucherungen, Wasserpilzrasen, Ablagerungen von Dichtungsstricken und dergl. stattgefunden hatten, dass aber darin keine Erklärung der lokalen Wasserverunreinigung gefunden werden könne, — denn nach 2 maliger namentlich das 2. Mal peinlichst vorgenommener Reinigung war die Sache nicht verändert. (Vergl. Resultate vom 5 Juli nach der Reinigung!)
7. Woher dieses Resultat einer verschiedenen Wasserzusammensetzung an verschiedenen Stellen des Behälterbodens kommt, vermag ich endgültig sowenig zu erklären, wie die Thatsache der oft gewaltigen Verunreinigung der einzelnen Proben selbst.
8. Da das Oberflächenwasser immer rein war, so konnte nur noch in Frage kommen eine Abstammung der Verunreinigungen aus dem Cementverputz des Behälterbodens. Und zwar musste angenommen werden, dass dieser Verputz stellenweise schlechter d. h. löslicher beschaffen sei, wie an der Mehrzahl der Stellen.
9. Von Versuchen, diese Hypothese zu prüfen sind bisher folgende gemacht: a) Es wurden verschiedene Cementproben erhärten lassen und das über denselben stehende Wasser auf Zunahme des Sauerstoffverbrauchs untersucht. b) Es wurden an einer Stelle des Hochbehälters einige

Brocken des Cementbelags herausgehauen und diese auf ihr Vermögen geprüft, Wasser mit organischer Substanz zu verunreinigen. —

Die Resultate sind:

Es verbrauchte stets 1 Liter Wasser:

Cementprobe A aus dem hygienischen Institut.

Versuch I. **12** mg Sauerstoff (stand 6^h)
„ II. **48** mg „ (stand über Nacht).

Cementprobe B aus dem hygienischen Institut.

Versuch III. **5,6** mg Sauerstoff
„ VI. **3,8** mg „

Cementprobe C von Herrn Director *Lamb* (Karlstadter Cement wie beim Bau verwendet).

Versuch V. **3,2** mg Sauerstoff (stand 6^h)
„ VI. **3,2** mg „ (stand über Nacht).

Cementprobe D Stücke des Wandbelags des Hochreservoirs.

Versuch VII. **1,6** mg (stand 3 Wochen).

Aus den Versuchen folgt:

In der Regel wird vom Wasser aus Cement nur wenig Substanz aufgenommen, die Sauerstoff bindet, aus den geprüften Stücken Reservoirbelag nur sehr wenig.

Eine einzige Cementprobe verhielt sich anders, hier wurden Zahlen erhalten, die an die höheren und höchsten Werthe erinnerten, die wir mit Reservoirwasser erhalten hatten.

10. Es ist zu bedenken, dass nur dann hohe Verunreinigung des Wassers am Grunde des Behälters beobachtet wurde, wenn der Behälter gefüllt war d. h. es scheint nur unter dem Druck einer mehrere Meter hohen Wassersäule eine energische Lösung des Cementbelags an einzelnen Stellen stattzufinden. Es erschwert dies erheblich die Nachahmung der natürlichen Verhältnisse durch Versuche.

11. Aus den Gesammtuntersuchungen scheint sich zu ergeben, dass allmälig die Wasserverunreinigung an weniger Stellen und nur in geringerem Grade auftreten. Die Untersuchungen vom 1., 18. und 19. Oktober haben auf 16 Proben von Tiefenwasser aus beiden Behältern nur eine stark verunreinigte Probe ergeben.

Soviel lässt sich bisher aus den Untersuchungen im Reservoir und Laboratorium schliessen. Mir ist aus der Litteratur kein ähnlicher Befund bekannt, es ist aber auch sehr wohl möglich, dass derartig methodische Untersuchungen bisher nicht ausgeführt worden sind. Ich darf nicht behaupten, dass ich die interessanten Störungen, die meine Untersuchung aufgedeckt hat, schon ganz befriedigend erklären kann — namentlich fehlt eine plausible Erklärung dafür, dass der Cementverputz des Behälters streckenweise anders — weniger unlöslich — ausgefallen sein soll.

Man könnte versucht sein, die Befunde auf eine Art Kinderkrankheit des Reservoirs zu beziehen. Einzelne Stellen, die aus rätselhaften Gründen eine abweichende Beschaffenheit des Cements zeigen, müssen erst ausgelaugt werden, ehe man von einem ganz tadellosen Behälter sprechen kann. Oder: An den meisten Stellen überzieht sich die Cementwand mit einer dünnen schützenden Schlammdecke resp. Vegetationsdecke, nur wo dieser Ueberzug fehlt, wird der Cement angegriffen — hiefür spricht das besonders schlechte Resultat nach der besten Reinigung.

Ich denke, es wird im Interesse der Stadt sein, die betreffenden Untersuchungen im Hochbehälter in den nächsten Monaten ab und zu wieder aufzunehmen [1], um zu erfahren, ob der Process wirklich, wie es den Anschein hat, zum Stillstand kommt und was an der Störung schuld war.

Ich möchte aber nicht unterlassen, zweierlei zu betonen:

1. War bei den Begehungen der Behälterkammern nirgends etwas von einem Angefressensein des glatten Verputzes zu bemerken, derselbe erschien überall glatt und tadellos.
2. Kann constatirt werden, dass das Wasser am „letzten Hieb" d. h. das Mischwasser, wie es aus dem Reservoir abläuft, niemals eine auffallende Farbe oder eine merkwürdige chemische Zusammensetzung zeigt. Das reine Reservoirwasser ist offenbar an Menge den kleinen Quantitäten verunreinigten Bodenwassers so gewaltig überlegen, dass letzteres die Qualität des ganzen nicht zu verschlechtern vermag.
3. Es kann also nicht die Rede davon sein, hygienische Bedenken aus den beobachteten lokalen chemischen Wasserverunreinigungen am Boden des Hochbehälters abzuleiten.

[1] Weitere Untersuchungen sind später nicht ausgeführt. (Anmerk. beim Druck).

Gutachten III.

Zusammenfassender Bericht über die vom 9. März bis Ende Oktober 1896 ausgeführten methodischen chemisch-bacteriologischen Untersuchungen

des Würzburger Leitungswassers von der Mergentheimerstrasse im Vergleich mit dem Mainwasser und dem Wasser der Horaquelle.

Vorbemerkung.

In mehreren Berichten an den hohen Stadtmagistrat habe ich mich über die hygienische Beschaffenheit des neuen Leitungswassers im wesentlichen in folgender Weise ausgesprochen:

1. Bei normalem Mainwasserstand entspricht das Leitungswasser, sowohl vom chemischen wie vom bacteriologischen Standpunkt aus allen Anforderungen. Unfiltrirtes Mainwasser mischt sich nicht bei. Es ist auch wahrscheinlich, dass bei normalem Mainstand überhaupt die Beimengung von filtrirtem Mainwasser zum Leitungswasser gering sei.
2. Bei Ueberschwemmungen der Schachtdeckel hat sich im Jahre 1895 ein unbefriedigendes Resultat gezeigt, indem ein nicht unerhebliches Eindringen von unfiltrirtem Mainwasser mindestens durch einige Schächte einwandfrei nachgewiesen werden konnte.

Es war von hohem praktischem Interesse, bei den sich bietenden Gelegenheiten dieses Jahres festzustellen:

1. ob durch die Verbesserung resp. Erneuerung der Schachtdeckel die Verunreinigung des Leitungswassert mit unfiltrirtem Mainwasser bei Mainhochwasser ausgeschlossen war.
2. War einmal methodisch zu constatiren, ob und wie sich die chemische Zusammensetzung des Leitungswassers ändert, wenn der Main einen hohen oder niedern Stand hat.

Die Untersuchungen in der zweiten Richtung waren bisher hier überhaupt nicht durchgeführt, schienen aber durchaus noth-

wendig, um einmal volle Klarheit darüber zu erlangen, in welchem Umfang und welchem Zustand Mainwasser im Leitungswasser enthalten ist.

Das Programm und die Fragestellung der diesmaligen Untersuchungen ist nicht vom Stadtmagistrat entworfen, die Untersuchungen sind aber durchweg logische Consequenzen oder Fortsetzungen der Arbeiten, die ich im Vorjahre für die Stadt im städtischen Auftrage auszuführen die Ehre hatte. Die Untersuchungen wurden im März bei drohendem Hochwasser in Eile begonnen, in der Meinung, dass eine Prüfung der neuen Wasseranlage, speciell des Functionirens der Deckel, bei jedem Hochwasser direct nothwendig sei und dass ein specieller Auftrag nicht abgewartet werden dürfe, da der wichtige Zeitpunkt meist flüchtig ist und Sie mich jahrelang mit ihrem Vertrauen in der Frage der Wasserversorgung Würzburg's beehrten. Die überraschenden Befunde dieser ersten Untersuchungen habe ich am 21. März dem Stadtmagistrat Würzburg kurz mitgetheilt, konnte aber damals auf die Aufforderung des Stadtmagistrats Würzburg's, anzugeben, welch' weitere Untersuchungen ich für nöthig halte, nur antworten, dass dies aus den Resultaten sich ergeben müsse. Ich habe nun im folgenden all' das untersucht, was mir sachdienlich schien und fasse wieder einmal die erhaltenen Resultate zusammen. In einem Anhang habe ich ausgeführt, was jetzt noch für weitere Untersuchungen zur Klärung der Frage erforderlich seien.

Bemerken muss ich, dass für meine Schlüsse Material sich als höchst wichtig erwies, das mir Herr Director *Lamb* aus den Acten der Voruntersuchung der Wasserwerksanlage leider erst im October 1896 zugänglich machte. Als ich Herrn Director *Lamb* meine Freude über das werthvolle Material und mein Bedauern, dasselbe früher nicht gekannt zu haben, aussprach, erwiderte er mir, er habe geglaubt, ich hätte bereits früher das ganze Material der Voruntersuchung in Händen gehabt. In der That waren mir aber bisher nur einige nackte Analysenreihen bekannt gewesen.

1896	mgr. pro Liter Main.							mgr. pro Liter Leit- (Mergentheimer-		
Datum	Rückstand	Asche	Glühverlust	Chlor	org. Sub.	Temp.	Aussehen	Rückstand	Asche	Glühverlust
9. III.	230	145.2	84.8	10	—	6.8	trüb mit Satz	413.6	276.8	136 8
10. III.	226	144	82	10	—	6.0	„	385	268	117
11. III.	200.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. III	200.8	128	72.8	11	10	5.4	stark op. bis trüb w. Satz	316	213.6	102.4
13. III.	200.8	128	72.8	8	6.6	3.2	stark op. fast ohn. Satz	284	178.4	105 6
14. III	200.6	—	—	8.5	4.6	4.0	stark opal.	348	—	—
15. III.	—	—	—	13	4.0	3.4	klar	348	—	—
16. III.	208.8	—	—	13.5	2.8	4.8	„	421	—	—
17. III.	231.6	149.6	82	12	2.8	5.4	„	460	316	144
18. III	238.8	152	86.8	12	2.8	7.0	„	489.6	325.2	164.4
19. III.	264	167	96.8	11.5	2.8	7.8	„	454	300	154
20. III.	260	166.8	93.2	12	4.0	8.4	„	508	345.6	162.4
21. III.	252	165	86.8	12	2.8	8.8	„	496	336	160
22. III.	238	152	86	11	2.2	9.2	„	433.6	288	145.6
23. III.	233.6	148	85.6	12	2.2	9.8	„	488	328.8	159
24. III.	232	152.8	79.2	12	2.2	10.0	„	489.6	330.8	159
26. III.	233.2	153.6	79.6	10	2.0	10.8	„	518	352	166
28. III.	240	156	84	11	2.4	7.2	„	530	357	173
30. III.	257	167	90	10	2.0	6.4	„	490	334	156
1. IV.	260	169.6	90.4	10	2.4	5.0	min. opal.	518	352	166
3. IV.	260	170	90	10	2.2	5.4	„	530	358	172
7. IV.	280	178	102	10	2.1	7.2	„	542	336	176

ung. Strasse.)				mgr. pro Liter Hora.						
Chlor	org. Sub.	Temp.	Aussehen	Rückstand	Asche	Glühverlust	Chlor	org. Sub.	Temp.	Aussehen
11.5	—	6.0°	klar	450.4	252	198.4	25	—	9.88°	klar
11.5	—	5.6°	„	451.2	252.8	198.4	23.5	—	9.8°	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.5	2.0	5.0°	„	440	252	188	21	1.2	9.8°	„
9.0	1.5	4.8°	leicht opal.	413.6	253.2	160.4	22	—	9.8°	„
11.5	1.3	5.2°	klar	412	—	—	18	—	9.8°	„
13	0.9	5.8°	„	—	—	—	18	0.9	9.6°	„
14	0.9	6.8°	„	408.8	—	—	20	0.7	9.6°	„
14	1.0	7.2°	„	429.6	241	188.4	19	0.8	9.6°	„
14	0.9	7.6°	„	408	240	168	19	0.7	9.6°	„
14	0.9	7.0°	„	420	242	178	18.5	0.7	9.6°	„
13	0.8	7.4°	„	410	229.6	180.4	18	0.8	9.6°	„
12	0.9	7.4°	„	386	229.2	156.8	18	0.6	9.6°	„
12	0.9	7.2°	„	379	225	154	16.5	0.6	9.6°	„
13	0.9	7.6°	„	384	222	162	16	0.6	9.6°	„
13	0.7	7.6°	„	382	226	156	16	0.6	9.6°	„
11	0.8	7.8°	„	382	225.6	154.4	16	0.5	9.6°	„
12	0.6	7.8°	„	382	223	159	16	0.6	9.6°	„
11	0.6	7.4°	„	368	223	145	15	0.5	9.6°	„
11.5	0.9	8.0	„	368	223	145	15	0.6	9.6°	„
11.0	0.8	8.2	„	377	224	153	14	0.5	9.6°	„
10	0.9	8.6	„	375	221	154	13	0.7	9.6°	„

1896	mgr. pro Liter Main.							mgr. pro Liter Leit- (Mergentheimer-		
Datum	Rückstand	Asche	Glühverlust	Chlor	org. Sub.	Temp.	Aussehen	Rückstand	Asche	Glühverlust
9. IV.	300	200	100	10.5	2.4	8.6	min. opal.	516	353	163
11. IV.	300	202	98	11	2.2	10.4	„	508	348	160
14. IV.	283	190	93	9	3.0	8.2	kräftig opal bis trüb	448	306	142
17. IV.	248	164	84	9	4.4	7.4	„	400	266	134
18. IV.	—	—	—	9	—	8.0	„	424	274	150
20. IV.	264	172	92	9	3.4	8.6	opal.	490	337	153
23. IV.	276	180	96	10	2.8	10.6	min. opal.	480	328	152
27. IV.	284	190	94	10	3.5	11.6	fast klar	492	340	152
30. IV.	274	176	88	10	3.2	12.4	„	458	318	140
4. V.	296	192	104	12	2.6	10.4	klar	528	360	168
7. V.	296	191	105	12	—	13.0	„	484	328	156
11. V.	272	171	101	10	3.6	15^{0}	„	542	368	174
3. VI.	349	231	118	14.0	3.6	20^{0}	„	496	326	170
22. VI.	336	222	—	12.5	3.2	20^{0}	„	452	305	—
26. VI.	280	181	—	10.0	5.2	18.8	„	412	278	—
27. VI.	286	184	—	10	5.0	19.2	„	420	278	—
2. VII.	—	—	—	—	—	17.4	„	—	—	—
27. VIII.	360	217	143	13	4.5	14	„	432	290	142
4. IX.	300	183	117	13	5.0	15	„	426	278	148
7. X.	332	207	125	12	4.0	10	„	443	291	152
20. X.	322	203	119	14	—	9.0	„	422	284	138
27. X.	271	171	100	10	6.0	7.2	„	402	274	128

ung. Strasse.)				mgr. pro Liter Hora.						
Chlor	org Sub.	Temp.	Aus-sehen	Rück-stand	Asche	Glüh-verlust	Chlor	org. Sub.	Temp.	Aus-sehen
10.5	0.8	8.6	klar	376	222	154	15	0.7	9.6	klar
11	0.9	8.8	„	376	222	154	15	0.7	9.6	„
11	0.9	8.4	„	385	232	153	16	0.7	9.6	„
10	1.2	8.0	„	385	228	157	14	0.7	9.6	„
10	1.2	8.5	„	—	—	—	14	—	9.6	„
10	1.0	8.6	„	386	230	156	15	0.7	9.6	„
10	0.9	8.8	„	384	228	156	14	0.7	9.8	„
10.5	1.2	9	„	382	224	158	15	0.7	9.6	„
9.0	0.9	9.2	„	382	236	146	15	0.7	9.6	„
10	0.9	9.4	„	380	228	152	14	0.7	9.6	„
10	—	9.6	„	378	228	150	14	—	9.6	„
11	1.2	9.6	„	372	225	147	13	0.6	9.6	„
11.5	1.4	11.2	„	376	260	146	13	0.7	10	„
11	1.1	13.8	„	392	251	—	14	0.7	10	„
11.5	1.1	14.2	„	460	284	—	22	1.2	10	„
12	1.5	14.4	„	416	257	—	17	0.8	10	„
—	—	15.2	„	—	—	—	—	—	—	„
13	1.1	15	„	428	277	151	15	0.6	10	„
13	1.2	15	„	432	268	164	16	0.7	10	„
12	1.0	13.4	„	452	288	164	13	0.6	10.6	„
14	—	13.0	„	462	300	162	21	—	10.4	„
12	1.5	12.4	„	448	293	155	13	0.7	10.2	„

Die Untersuchungen wurden in der Weise vorgenommen, dass Anfangs täglich, später in grösseren unregelmässigen Intervallen von zuverlässigen Angestellten des städtischen Wasserwerks Flaschen mit Mainwasser, Leitungswasser und zur Kontrole Wasser der Horaquelle geschöpft und sofort in das Institut gebracht wurden. Diese Wässer, deren Temperatur jedesmal an Ort und Stelle mit einem geprüften Thermometer festgestellt worden war, dienten zur chemischen Untersuchung. Zur bacteriologischen Untersuchung, welche auch etwa 17 mal vorgenommen wurde, begab ich oder einer meiner Assistenten sich jedesmal persönlich in das Wasserwerk. Meist wurden 2 sich gegenseitig kontrolierende Proben untersucht und von jeder Probe 3 Zählplatten gefertigt. Die Tabellen (p. 34—37) geben nun die erhaltenen Resultate in gedrängter Form wieder. Auch bacteriologisch wurde die von vielen sehr geschätzte und als Typus eines guten Trinkwassers angesehene Horaquelle mehrfach zum Vergleich untersucht. Zur grösseren Anschaulichkeit habe ich die meisten Resultate auch graphisch dargestellt [1]) und ich werde mich in meinen Schlüssen namentlich auf die graphische Darstellung (Tafel 1) beziehen.

Ein Blick auf die vorliegende Kurve (Tafel 1) zeigt in evidentester Weise, dass die chemische Zusammensetzung des Mainwassers und des Leitungswassers bei normalem Mainwasserstand sehr stark verschieden ist. Namentlich gilt dies für den Frühling und wohl auch Winter, in dem ich aber bisher keine methodischen Untersuchungen machte. Der Rückstand des Mainwassers schwankt meist zwischen 250 und 300 mg, geht selten auf 200 mg herunter oder auf 350—360 mg hinauf. Der Rückstand des Leitungswassers bewegt sich unter normalen Verhältnissen zwischen 450—540. Es ist also unter gewöhnlichen Verhältnissen wie früher von mir und allen anderen Untersuchern stets betont, das Mainwasser durch seine chemische Zusammensetzung wesentlich vom Leitungswasser verschieden. Im Sommer und Herbst wurde das Wasser der Leitung allerdings wesentlich weicher, und bewegte sich um 420 mg Rückstand herum; ich erklärte mir das als Folge des stärkeren Pumpens im Sommer und fand in der übermittelten Förderungstabelle eine volle

[1]) Die beiliegenden handlichen Umzeichnungen meiner Originale verdanke ich der Güte des Herrn Director *Lamb*.

Bestätigung meiner Annahme. Während im Februar, März und April 3800 — 4800 cbm per Tag gefördert wurden, stieg diese Menge im Sommer auf 5200—6000 ja, vorübergehend auf 7000 cbm. Es wird dabei offenbar Mainwasser angesogen, da das Grundwasser nicht ausreicht, die entnommene Wassermenge zu decken.

Noch wesentlich anders liegen die Verhältnisse bei Hochwasser. Während das Steigen des Mains die chemische Zusammensetzung des Mainwassers, speziell die Menge seines Rückstandes in mässiger Weise herabsetzt, — die niederste Beobachtungszahl waren 200 mg, — drückt das Steigen des Mains die Rückstandsmenge im Leitungswasser in gewaltiger Weise herab. Bei dem allerdings bedeutenden Hochwasser vom 14. März, Pegelstand 10,25 m, sank binnen 4 Tagen der Rückstand des Leitungswassers von 412 auf 285 mg, um mit dem Sinken des Mains auf Pegelstand 8,6 am 19. März wieder auf 508 mg im Liter zu steigen. Ein kleineres Hochwasser am 10. April von 8,9 m Pegelstand bei einem Mainwassergehalt von 250 mg Rückstand, brachte einen Rückgang des Leitungswasserrückstands auf 405 mg zu Stande, der sich in 3 Tagen wieder auf 490 mg vermehrte. Es unterliegt also gar keinem Zweifel, dass bei Mainhochstand ein Hereindrücken von weichem Mainwasser in's Leitungswasser stattfindet.[1])

Es fragt sich nun, wie gross ist die Mainwasserbeimischung? Es ist einfach zu berechnen, in welchem Procentverhältniss sich zwei Flüssigkeiten von bekanntem Gehalt mischen müssen, um eine dritte Flüssigkeit von bekanntem Gehalt zu liefern. Wir kennen hier den Gehalt des Gemisches (unser Leitungswasser), wir kennen den Gehalt der einen sich mischenden Flüssigkeit (des Mainwassers), wir kennen aber leider nicht mit Sicherheit die Zusammensetzung des Grundwassers, dem sich das Leitungs-

---

[1]) Anmerkung: Die Schwankungen der Zusammensetzung der Horaquelle während dieser Zeit waren relativ gering. Es trat wohl vom 15. März ab in Folge der gewaltigen Niederschläge, die auch das Mainsteigen bedingten, ein fast kontinuirliches Sinken des Gehalts bis etwa zum 20. März ein von 450 auf 370 mg; dann bewegt sich aber der Gehalt trotz der kleineren Schwankungen des Mainwasserpegels fast genau in der gleichen Höhe 370 und 390 mg, ein Zeichen, dass das Grundwasser während der Zeit unserer Beobachtungen keine allzu erheblichen Gehaltsschwankungen ausgeführt hat. und dass wir deshalb das erheblich Weicherwerden des Leitungswassers zur Zeit der Mainwasserhochstände mit Sicherheit auf ein Eindringen von Mainwasser beziehen müssen.

wasser beimischt an jedem einzelnen Tag. Dass sie nicht ganz constant ist, dass auch in seiner Zusammensetzung unter dem Einfluss der Niederschläge Schwankungen vorkommen, das verräth die Zusammensetzung des Horaquellwassers, die in den acht Beobachtungsmonate um etwa 70 mg variirte.

Ich glaube, dass eine rationelle Annahme für die Zusammensetzung des reinen Grundwassers des linken Mainufers 600 mg pro Liter ist.

Ich meinte längere Zeit, 550 mg, die höchste im Laufe dieses Jahres beobachtete Zahl, als Gehalt des Grundwassers annehmen zu dürfen, ersehe aber aus den Acten, dass bei den Pumpversuchen an den einzelnen Rohrbrunnen meist Werthe um 600 erhalten wurden und dass in dem wichtigen und 4wöchentlichen Pumpversuch vom Juli 1891 das vom Berg her zufliessende Wasser direct aufgefangen und 27° Grade hart, das heisst etwa mit 600 mg Rückstand befunden wurde.

Ist diese Annahme richtig, dann können die Proben, die etwa bis 550 oder 530 mg Rückstand heruntergehen, allenfalls noch reines Leitungswasser sein, denn eine Schwankung um 70 Milligramm zeigt auch das Wasser der Horaquelle wie oben bemerkt — und von Proben, wie wir sie, soweit damals untersucht wurde, im Sommer 1895 andauernd fanden mit 490, 487, 476 Milligramm Rückstand kann man getrost sagen, wie ich dies im letzten Sommer that, dass sie keine erhebliche Beimischung von Mainwasser enthalten.

Nehmen wir allerdings 600 Milligramm, was den Thatsachen am besten zu entsprechen scheint, als unveränderliche Zusammensetzung des Grundwassers an, so erscheinen alle Werthe des Leitungswassers als für reines Grundwasser zu niedrig und eine gewisse Mainwasserbeimischung sicher.[1])

Ich will mich für meine Berechnungen auf diesen, für die Vertreter der Lehre, „dass wir Mainwasser trinken" günstigsten Standpunkt stellen und unter der Voraussetzung eines constanten Gehalts des Leitungswassers von 600 mg Rückstand berechnen, wie gross die Mainwasserbeimischung an einzelnen Tagen war.

---

[1]) Nach den im folgenden entwickelten Annahmen würden wir letzten Sommer 1895 etwa 30—35% Mainwasserbeimischung gehabt haben.

1. Bei mässigem Mainstand und mässigem Pumpen im Frühjahr 1896:

7. IV. Main 280 mg; Leitung 542	82 % Grundw.	18 % Mainw.
1. IV „ 260 „ „ 518	76 % „	24 % „
30. IV. „ 274 „ „ 458	56 % „	44 % „

2. Bei mässigem Mainstand und starkem Pumpen im Sommer und Herbst 1896:

27. VIII. Main 360 mg; Leitung 432	30 % Grundw.	70 % Mainw.
20. X. „ 322 „ „ 422	36 % „	64 % „
29. X. „ 271 „ „ 402	40 % „	60 % „

3. Bei maximalem Mainstand — ohne dass Wasser durch die Deckel eindringt.

13. III. Main 200 mg; Leitung 285	21 % Grundw.	79 % Mainw.

Aus all' diesen Rechnungen folgt, dass wenigstens im Jahre 1896 die Tage und Wochen, an denen eine Beimischung von Mainwasser zum Leitungswasser gering (bis 20 % oder gar zweifelhaft unter der Annahme etwas weicheren Grundwassers) war, sehr wenig zahlreich waren, ja dass auch die Sommergehaltszahlen von 1895 jetzt bei näherer Kenntniss der Zusammensetzung des reinen Berggrundwassers nicht mehr in dem Maase, wie ich es annahm, gegen die Beimischung nennenswerther Mainwassermengen sprechen.

Im Sommer 1896 lieferte unsere sehr kräftig in Anspruch genommene Leitung vielmehr nur 30—40 % Bergwasser und 60—70 % Mainwasser, es stellte sich also heraus, dass Herr

Inspector Dr. *Röttger* im Recht war, als er bei meinem Vortrag im hygienischen Verein im Februar 1895 bemerkte, er glaube, dass ich die Beimischung von Mainwasser zu trockenen Zeiten zu gering taxiere.

Ich hätte in vollem Besitz des Analysenmaterials der Voruntersuchungen, das mir erst im Oktober 1896 zugänglich wurde, mich jedenfalls schon von Anfang an noch vorsichtiger in der Frage der Mischungsverhältnisse unseres Leitungswassers ausgedrückt, denn der mir bisher unbekannte 4wöchentliche Pumpversuch[1]) vom Juli 1891 ergab ja zur Evidenz, dass durch stärkeres Pumpen der Grundwasserspiegel von Tag zu Tag sank und das Wasser weicher und wärmer wurde.

Er zeigte, dass vom Berge her Wasser von 27 Härtegraden, vom Main her Wasser mit 18—19 Härtegraden zuströmte und was bei der damaligen bescheidenen Ausdehnung der Anlage bei einem Pumpen von 40—70 Secundenlitern möglich war, musste auch bei der definitiv ausgebauten grösseren Anlage bei einem Pumpen von 70 Secundenlitern wenigstens partiell möglich erscheinen.

Besonders interessant ist das von mir stets angegebene diesmal aber genau ziffermässig studierte Factum, dass bei starkem Hochwasser das Mainwasser bis 79 % unseres Leitungswassers ausmacht — allerdings nur für Tage. —

Fragen wir nun: Inwieweit hat die für Hochwasser unzweifelhaft sehr bedeutende, für Niederwasser in bescheidenerem Umfang jetzt ebenfalls nachgewiesene Beimischung von Mainwasser eine hygienische Bedeutung?

Die nähere chemische Analyse hatte vor allen Dingen eine wichtige Frage zu entscheiden: Wie verhalten sich die gelösten organischen Substanzen, welche in der Regel durch Titrierung mit Kaliumpermanganat bestimmt werden und die ausgedrückt werden durch die Menge Sauerstoff, welche ein Wasser zu seiner Oxydation gebraucht? Es ist bekannt und auch bei unsern

---

[1]) Anmerkung beim Druck: Vergl. pag. 33.

Versuchen hervorgetreten, dass Flusswasser namentlich zur Zeit von Hochwasser reich an organischen sauerstoffbindenden Substanzen ist. Diese organischen Substanzen sind einmal ihrer Herkunft nach zuweilen unappetitlich, 2. vielfach von unangenehmem Geschmack und Geruch, 3. eventuell als Nährstoffe für Bacterien anzusehen und aus diesen 3 Gründen unangenehme Beimischungen eines Wassers. Zu unserer Freude konnten wir constatieren, dass das Leitungswasser einen recht constanten Gehalt an organischen Substanzen zeigte, dass der Gehalt nur zwischen den Extremen von 0,4 bis 2 sich schwankte und sehr selten wesentlich von dem Durchschnittswert 1 entfernte, obwohl das Mainwasser vielfach einen Sauerstoffverbrauch von 4, 4½ ja bis 10 mg zeigte. Ein Vergleich der Horaquelle mit dem Leitungswasser zeigte, dass diese ihres Geschmackes wegen so geschätzte Quelle ungefähr mit dem Leitungswasser gleiche oder nur unbedeutend niedrigere Zahlen für den Sauerstoffverbrauch zeigt. Als Erklärung für diesen scheinbar sehr überraschenden Befund, dass trotz grosser in manchen Fällen überwiegender Mainwasserbeimischungen (80 %) sich die organische Substanz so unbedeutend verändert hat, ist anzugeben, dass offenbar der Boden, den das Mainwasser durchdringen musste, um zu der Sammelgalerie zu gelangen, sehr bedeutende Mengen organischer Substanz absorbirt. Es war am Geruch und Geschmack des Leitungswassers niemals eine Beimischung von Flusswasser zu erkennen. Besondere Versuche haben gezeigt, dass die Farbe des neuen Leitungswassers in einem 1 m langen Rohr immer sowohl bei Mainhochstand, wie bei Maintiefstand eine ganz schwachgelbliche ist und dass auch in dieser Richtung durch den Mainstand keine wesentlichen Veränderungen im Wasser vorkommen. Das Wasser der alten Steinbergsleitung zeigte eine reinere, bläuliche Farbe. Diese Spur von Gelbfärbung scheint auf Spuren von Huminkörpern zurückzuführen.

Die Untersuchungen des Chlorgehalts (Tafel nicht reproducirt) haben kein besonderes Ergebniss geliefert. Es geht der Chlorgehalt des Leitungswassers dem des Mainwassers im wesentlichen parallel.

Es ist aber der Chlorgehalt des reinen Grundwassers so wenig von dem des Mainwassers verschieden, dass aus den kleinen Schwankungen des Chlorgehalts keine Schlüsse zu ziehen sind, die nicht durch die Betrachtung des Rückstands bequemer zu

ziehen gewesen wären. Vom practisch hygienischen Standpunkt sind diese Schwankungen durchaus belanglos.[1])

Die chemischen Versuche ergaben also, dass keine Veränderungen an dem Leitungswasser durch das Eindringen des Mainwassers vorkommen, die von irgend welcher praktischer hygienischer Bedeutung sind. Namentlich dringen weder schmeckende noch gesundheitsschädliche Stoffe ein. Es muss sogar das Weicherwerden des Leitungswassers durch das Eindringen von Mainwasser geradezu als eine Verbesserung unseres Leitungswassers angesehen werden — solange nicht die bacteriologische Untersuchung das Gegentheil ergiebt.

Die Temperaturen des Leitungswassers im Sommer und Winter.

Von der Ueberzeugung ausgehend, dass durch sorgfältige Beobachtung der Temperatur des Mainwassers und Leitungswassers ein werthvoller Beitrag zur Lösung der Frage nach Herkunft und Zusammensetzung des Leitungswassers erhalten werden könnte, liess ich im Wasserwerk von dem zuverlässigen Maschinisten *Manger* viele Temperaturmessungen machen und nahm auch solche theils persönlich, theils durch meinen Assistenten vor. Die Zahlen siehe p. 34 und folg.

Die Resultate sind in der Kurventafel II eingetragen.

Vom praktischen Standpunkt aus lehren diese Kurven zunächst, wenn wir die einzelnen kurzdauernden Hebungen und Senkungen nicht beachten: Das Leitungswasser ist im Frühling[2])

[1]) Anmerkung: Die Horaquelle, deren Wasser bei vielen für ein besonders reines gilt, zeigt zeitweise einen im Verhältnis zu Leitung und Main sehr hohen Chlorgehalt. Namentlich erscheinen starke Regengüsse als Ursache der plötzlichen Chlorzunahme, offenbar wird der Boden des Quellgebiets der Hora zeitweise stärker ausgelaugt. Dieser Kochsalzgehalt dürfte mit grösster Wahrscheinlichkeit auf die Düngung des Quellgebiets zu beziehen sein, da der menschliche Harn und somit die Jauche reich an Chlor (Kochsalz) ist.

[2]) Im Winter fehlen bisher Beobachtungen.

sehr kühl 4,8–6,8°, erwärmt sich dann ganz allmälig, erreicht im Mai die Temperatur, welche die Horaquelle das ganze Jahr zeigt, 9,6°, und kann im Juli und August Werthe bis zu 16,3° erlangen[1]). Das sind unerwünschte Konstatirungen, denn man verlangt ein Trinkwasser, welches das ganze Jahr hindurch gleichmässig temperirt ist. Immerhin ist die Temperatur von 15° Celsius noch für einige Monate als erträglich zu bezeichnen, noch wesentlich höhere Werthe werden meist gefunden, wenn künstlich filtrirtes Fluss- oder Seewasser benützt werden muss und wir dürfen nie vergessen, dass[2]) die jetzige Wasserversorgung eben die beste und einzig mögliche war, an die bei ihrer Erbauung gedacht werden konnte.

Was bedeuten nun unsere Zahlen für die Abstammung des Wassers? Das Grundwasser das in Tiefen wie unser Leitungswasser gesammelt wird, d. h. 6—7 Meter unter der Erde, pflegt nur sehr bescheidene Temperaturschwankungen zu zeigen. Die Horaquelle ist jahraus jahrein wie unsere Beobachtungen ergeben haben, circa 9,5—10° warm, bei den vom 6. Juni—7. Juli 1891 vorgenommenen Pumpversuchen wurde die Temperatur des vom Berg her kommenden Wassers ebenfalls zu 9,1—9,5° gefunden.

Wenn also unser Leitungswasser erhebliche Schwankungen der Temperatur zeigt, so kann daran nur das in seiner Temperatur sehr stark wechselnde Mainwasser schuld sein.

Ein Blick auf unsere Kurventafel zeigt denn auch sofort, dass im Winter jedes Mainhochwasser eine Senkung der Leitungswassertemperatur bewirkt, während umgekehrt im Sommer die Leitungswassertemperatur bei jeder plötzlichen Mainsteigerung eine vorübergehende Erhöhung erfährt.

Aber auch abgesehen von diesen kleineren aufgesetzten Schwankungen ist die hohe Sommer- und tiefe Wintertemperatur unseres Leitungswassers durch die Maintemperatur bedingt. Eine Rechnung ergiebt leicht, dass bei einer Mainwasserwärme von 23° eine Beimischung von 39 % zu 61 % Grundwasser von

[1]) Dabei muss bemerkt werden, dass wir einen wenig heissen Sommer gehabt haben.

[2]) Anmerkung beim Druck: „Nach Ansicht der damaligen technischen und geologischen Rathgeber der Stadt“.

10° genügt, um die sommerliche Leitungswassertemperatur von 15° hervorzubringen. Ebenso genügen 40 % Mainwasser von 25° um Leitungswasser von 16° zu erzeugen.

Da aber das Mainwasser, das den sichtbaren Mainfluss im Ufersande unsichtbar und langsam strömend begleitet, niemals ganz die Temperatur des sonnenbestrahlten Flusswassers erreichen wird, so machen die eobachteten Leitungswassertemperaturen für den Sommer noch eine weit höhere Mainwasserbeimischung nothwendig, und die Zahlen von 60 % Leitungswasser und 40 % Grundwasser, wie wir sie aus unsern chemischen Untersuchungen erschlossen, passen trefflich zur Erklärung der Temperatur. Dass im Herbst, wenn die Mainwassertemperatur rasch von 17° auf **12°** abfällt, das Leitungswasser noch längere Zeit **14°** zeigt, also wärmer als Main- und Grundwasser ist, und ebenso langsam wieder kühler wird, wie es im Frühsommer wärmer wurde. ist der sicherste Beweis dafür, dass sich nicht einfach das eben vorüberfliessende Wasser des Mains, sondern weiches, mehr weniger parallel dem Main im Mainsand verlaufendes mit dem Main allerdings zusammenhängendes Wasser beimischt.

Bacteriologische Untersuchung.

Von besonderem Interesse war das Resultat der bacteriologischen Untersuchung.

Ein Eindringen von Mainwasser konnte als gleichgültig[1]) bezeichnet werden vom hygienischen Standpunkt, solange nur tadellos filtrirtes Mainwasser eindrang, solange sich also dem Leitungswasser keine Mainbacterien beimischten. Dass das Wasser gut filtrirt sein musste, konnte man schon aus dem Resultat der optischen Untersuchung schliessen, indem auch in einer meterlangen Röhre das Wasser sich stets als absolut durchsichtig zeigte, es mochte der Main von feinsten Thontheilchen getrübt sein, wie er wollte.

---

[1]) Vergl. p. 44.

Tabelle II.

Datum	Main	Leitung	Hora
9. III. 96	—	34	—
12. III.	24600	1830!	—
13. III.	9600	577	61
14. III.	55000 lehmig trübe	320	—
15. III.	19100	344	—
21. III.	22500	85	—
26. III.	4800	35	—
28. III.	3100	182	—
1. IV.	2200	29	—
8. IV.	4400	50	—
13. IV.	—	27	—
18. IV.	12200	24	—
20. IV.	10400	24	170
1. V.	3000	14	1400
7. VII.	6800	19	3600
27. VII.	11100	9	330
7. X.	8000	8	185
27. X.	49600 Wasser trüb.	13	498

Die sämmtlichen ausgeführten Untersuchungen (je Mittelzahlen aus 3 oder 6 parallelen Controlanalysen) sind auf Tabelle II vereinigt und zeigen:

1. In normalen Zeiten d. h. solange die Köpfe der Schachte nicht überfluthet sind, ist, wie bisher stets gefunden, der Keimgehalt des Leitungswassers stets ein so niederer, dass das Wasser als tadellos filtrirt bezeichnet werden kann.

   Am 9. III. und vom 26. III. ab schwankte die Zahl fast stets zwischen 20 und 30 Keimen, die Extreme waren 8 und 50. Nur die eine Zahl vom 28. III. 182 Keime macht eine Ausnahme. Es erscheint nun durchaus falsch diese Zahl als einen Indicator für eine Verunreinigung der Wasserleitung an diesem Tage anzusehen, sondern wir werden hier daran denken müssen, dass irgend ein

zufälliger Moment diese Ziffer bedingt habe. Wenn wir bedenken, dass Schachte und Röhren einer Leitung stets an ihren Wandungen einige Ansiedelungen harmloser Wasserbacterien zeigen, die einmal durch irgend eines Zufalls losgelöst in das Wasser gelangen können, so dürfen wir einer einzigen solchen Zahl keinen weiteren Werth beilegen.

2. Dagegen ergab die Untersuchung bei Hochwasser wieder ein unbefriedigendes Resultat. Am 9. III. bei starkem Mainhochwasser (Pegelstand 9,2 Meter) war noch alles in Ordnung, der Bacteriengehalt nach theilweiser Ueberfluthung des Mainufers nur 34 pro Cubikcentimeter. Als aber am 12. gemeldet wurde, dass soeben bei einem Wasserstand von 10,26 Pegel die Schachtdeckel überfluthet seien, zeigten sich wieder 1830 Keime in dem Leitungswasser — immerhin keine lehmige Trübung wie 1895 sondern das Wasser blieb ganz klar. Der Keimgehalt ging denn auch, trotz fortdauernd sehr hohen Keimgehaltes des Mainwassers (9600—55000 pro Cubikcentimer), vom 12. bis zum 21. März von 1830 auf 577, 320, 344, 85 und bis zum 26. März auf 35 herunter, ein Beweiss, dass filtrirtes Wasser nachrückte und das eingedrungene pilzhaltige Wasser allmälig ausspülte.

Die Nachforschungen nach der Ursache dieses auch in diesem Jahre wieder erfolgten einmaligen Eindringens von unfiltirtem Wasser lieferten kein ganz sicheres Resultat. Die von Herrn Direktor *Lamb* in meiner Anwesenheit vorgenommene Oeffnung und Betrachtung der Deckel der überschwemmt gewesenen Schachte ergab diesmal kein sichtbares Eindringen lehmigen Wassers wie im vorigen Jahr. Die Deckel erschienen alle tadellos dicht und gutschliessend. Damit erklärt sich das Fehlen einer sichtbaren Wassertrübung.

Es sind mehrere Erklärungsmöglichkeiten für das Eindringen von Bacterien trotz dichter Schachtdeckel denkbar:

1. Es dringt — auch ohne dass die Deckel überfluthet sind und ohne dass die Dichtigkeit der Verschlüsse nur in Frage kommt — von einem gewissen Hochstand des Mains ab, das Wasser mit solcher Geschwindigkeit durch die filtrirten Sandschichten, dass die Filtration ungenügend

wird und einige % Wasser unfiltrirt in den Sammelschacht gelangen. Es würde die Beimischung von 5 % unfiltrirten Wassers oder besser die Abnahme der idealen Filterleistung um 5 % genügen, die gefundene höchste Pilzzahl zu erklären.

2. Es sind die Deckel zwar im ganzen dicht, aber an der einen oder anderen Stelle dringt doch etwas durch, was sich der Besichtigung entzieht.
3. Es dringt bei Hochstand des Grundwassers schmutziges Oberflächenwasser durch Löcher und Spalten der deckenden Lehmschicht und mischt sich unfiltrirt dem angesaugten Grundwasser bei.

Die wahrscheinlichste Möglichkeit bleibt Nr. 1, zu ihrer Prüfung sind beim nächsten Hochwasser alle 2 Stunden bacteriologische Untersuchungen zu machen, um vor allem zu entscheiden, ob erst nach Ueberfluthung der Deckel, oder, wie ich vermuthe, schon einige Zeit vorher ein bacterienreiches Wasser erscheint.

Diese letzteren Konstatirungen sind von wesentlichem Interesse — wird doch von ihnen abhängen der Entscheid, ob überhaupt und, wenn ja, mit welchen Mitteln das Postulat zu erfüllen ist, dass auch beim stärksten Hochwasser kein unfiltrirtes Wasser in unser Röhrennetz eindringt.

Zur Vertiefung dieser Forschungen schlage ich — nach Rücksprache mit Herrn Direktor *Lamb* — vor, nicht sehr weit entfernt von dem Rohrstrang gegen den Main hin zwei 2zöllige Röhrenbrunnen zu schlagen, in denen vorerst eine Zeit lang das Wasserniveau im Verhältnis zu Mainspiegel und Spiegel im Sammelkanal zu beobachten wäre. Es wird sich dadurch in Bestätigung meiner Rechnungen ergeben, dass der Mainspiegel mindestens den grössten Theil des Jahres höher liegt als der Spiegel in dem Sammelkanal. Zweitens wären diese Rohrschächte sehr leicht zu desinficiren (durch Dampf) und könnten dazu dienen, zu normalen und zu Hochwasserzeiten den wirklichen Bacteriengehalt unseres Grundwassers im Mainthal zu untersuchen. Dieses Wasser ist gegen Verunreinigungen von oben absolut geschützt, wenn man nur das Rohr 1—2 Meter hoch über das Gelände emporragen lässt.

Dass diese von mir ermittelten und weiter zur Ermittelung empfohlenen Punkte von praktischer Bedeutung sind, werden die

Angaben des nächsten Abschnittes erhellen. Die sächlichen Kosten der Vorbereitung zu diesen Untersuchungen werden etwa 250 Mark betragen.

Einige Resultate von Untersuchungen an Grundwasser-Versorgungen aus Flussufern in anderen Städten.

Während ich mit den Ermittelungen, die ich auf vorstehenden Blättern vorlege, beschäftigt, ja ziemlich zu Ende war, erschienen 3 Abhandlungen über die Wasserverhältnisse von Breslau, Graz und Dresden, die daselbst Verhältnisse aufdeckten, die so sehr ähnlich mit den unseren sind, dass ich glaube, hier kurz über diese Arbeiten berichten zu sollen.

In Breslau [1]) wird das Wasser der Pumpbrunnen, die am Oderufer (in mässigen Abständen vom Flusse) errichtet sind, bei jedem Oderhochwasser chemisch ausserordentlich beeinflusst und zwar in dem Sinne, dass der Gehalt des Brunnenwassers an gelösten verunreinigenden Stoffen: Kochsalz, Salpetersäure u. s. f. erheblich, oft gewaltig abnimmt; es wäscht eben der unterirdisch eindringende durch Regen stark verdünnte und an gelösten Stoffen arme Oderstrom aus dem Boden die Verunreinigungen in gewaltigem Massstab aus. Dadurch kommt es, dass die Brunnen in der Nähe des Oderufers weitaus das reinste Wasser in Breslau führen, namentlich wenn man sie nach starkem Hochwasser untersucht. Bacteriologische Untersuchungen haben bisher keine Beeinflussung der Brunnen durch das Oderwasser ergeben.

In Graz hat Dr. *Hammerl* [2]) das Wasser der städtischen Leitung, das aus dem kiesigen Murufer gepumpt wird, bei Murhochstand und Niederstand untersucht und ebenfalls gefunden, dass mit Steigen der Mur das härtere Leitungswasser durch Eindringen von Murwasser weich wird. Das Leitungswasser der Stadt Graz besteht also wie das der Stadt Würzburg aus einer wechselnden Mischung von härterem der Mur zufliessendem Grundwasser und seitlich austretendem Murwasser. In die Zeit der

---

[1]) *Flügge:* Ueber die Beziehungen zwischen Flusswasser und Grundwasser in Breslau. Zeitschrift für Hygiene. XXII. 444. Erschienen 18. VIII. 1896.

[2]) Dr. *H. Hammerl:* Das Wasserwerk der Stadt Graz vom hygienischen Standpunkt aus betrachtet. Archiv für Hygiene. XXVII. 265.

Untersuchung fiel kein kräftiges Murhochwasser, so erkläre ich mir[1], dass *Hammerl* constatirte, dass das Eindringen von Murwasser belanglos sei, da er es stets tadellos filtrirt d. h. das Leitungswasser annähernd keimfrei gefunden hatte. Auf diesem Standpunkt der Kenntniss über das Würzburger Leitungswasser von der Mergentheimer Strasse stand ich auch noch 1892 in unserer „Festschrift", war aber so vorsichtig, meine dauernde Anerkennung des neuen Wasserwerks an die Bedingung zu knüpfen: „Wenn bei Hochwasser ein Eindringen von unfiltrirtem Mainwasser vermieden wird". — Ob sie in Graz nicht auch noch Hochwasserschwierigkeiten bekommen, wird sich später zeigen.

Besonders interessant sind aber für uns die in Dresden angestellten umfangreichen Untersuchungen[2]. In Dresden ist fast bei jedem Elbhochwasser das Leitungswasser, das aus dem Sand des Elbufers gepumpt wird, erheblich reich an Keimen. Die Keime müssen vom Flusswasser kommen, das in unvollkommen filtrirtem Zustande gegen die Wasserentnahmeschachte drängt. Chemisch lässt sich — im Gegensatz zu Würzburg wenig beweisen — auch nicht berechnen, wie viel Elbwasser in das Leitungswasser eindringt — weil Elbwasser und Grundwasser chemisch fast gleich zusammengesetzt sind. Besonders interessant ist, dass mehrmals (1895 und 1896) in Dresden s a n i t ä r e U e b e l s t ä n d e bei diesem Eindringen unfiltrirten Elbwassers hervortraten. Besonders auffällige Vermehrung der Erkrankungen der Säuglinge und der Bewohner der städtischen Arbeitsanstalt an Brechdurchfällen zu Zeiten der Elbhochwasser sind beobachtet. Die Beobachtungen sind um so beherzigenswerther, als die Elbhochstände in den März und April fallen — Monate, die sonst nur wenige Erkrankungen an Magen- und Darmleiden zeigen. — Ich lege die Arbeit zur Kenntnissnahme bei.

Es unterliegt nach dem Gesagten keinem Zweifel, dass an allen Flussufern die Sachen ähnlich liegen, wie in Würzburg, dass überall die Hochwasser in einer bisher noch nicht genügend gewürdigten Weise unsere Wasserentnahmeanlagen beeinflussen.

---

[1] Lies: „so erklärt sich möglicherweise". Anmerkung beim Druck.

[2] Ueber die mit den Hochfluthen der Elbe entstehende Verunreinigung des Dresdener Leitungswassers und ihre sanitäre Bedeutung. Vorträge von Dr. *Meinert*, Dr. *Schill* und Prof. D. *Renk*. Sonderabdruck aus dem Jahresberichte der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Dresden 1895—1896.

Glücklich die Städte, wo der Einfluss nur ein chemischer ist und das Eindringen von Mikroorganismen nicht vorkommt — wenn es wirklich solche giebt.

Wir sind in Würzburg nicht so glücklich und werden, sowie einwandfrei festgestellt ist, ob bei Hochwasser schon vor der Ueberfluthung der Schächte unfiltrirtes Wasser in unsere Leitung eindringt, sorgfältig alle Mittel zu erwägen haben, die dem abhelfen können. Wenn es erst einmal hier zu Epidemien von Brechdurchfällen etc. gekommen ist, dürfte es zu spät sein. Ob und wie sich solche Mittel finden lassen, ist erst nach Abschluss der Untersuchungen beim nächsten Hochwasser zu sagen.

Noch auf einen zweiten Punkt erlaube ich mir schliesslich hinzuweisen: Die neuestens erworbenen Wasserquellen Würzburgs bei Winterhausen liegen ebenfalls nahe am Main, es ist bisher nichts näheres darüber bekannt, wie sich diese Quellen hygienisch verhalten und welche Gefährdung ihnen bei Mainhochwasser droht — es dürfte an der Zeit sein, in dieser Richtung planmässige Studien zu beginnen.

Anhang.

1. Am 11. und 24. VII. übermittelte uns Herr Direktor *Lamb* eine Flasche Wasser der Neuthorquelle. Es sollte festgestellt werden, ob die Verbesserung an den umliegenden Kanälen jetzt sanitär befriedigende Zustände geschaffen hätten, in specie, ob eine Verunreinigung des Wassers mit Kanalinhalt vermieden sei. Die Proben waren zu einer bactoriologischen Untersuchung nicht geeignet, das Wasser war absolut klar und seine chemische Zusammensetzung:

Datum	Rückstand	Asche	Glühverlust	Sauerstoff-verbrauch	Chlor
11. VII. 96	776,8	553,6	223,2	0,7	20
24. VII. 96.	—	—	—	0,6	20

ergab kein Verdachtsmoment für Beimengung von Kanalwasser. Eine bacteriologische Untersuchung konnte damals — da beidemale der Regen vorzeitig aufhörte, nicht angeschlossen werden.

2. Mitte Oktober conferirte ich mit Herrn Direktor *Lamb* über die Möglichkeit, dass sich ein Wurm in unserem Leitungswasser finden könne, was ein Dienstmädchen beobachtet haben wollte. Hierauf ist zu sagen:

   a) Würmer, die dem Regenwurm an Dicke ähneln, giebt es im Wasser überhaupt nicht. Der Zwergregenwurm (Lumbriculus), der in stagnirendem Wasser vorkommt, hat nur höchstens folgende Dimensionen - ———
   Angaben über das Finden eines dicken Wurms müssen also von vorn herein auf Zweifel stossen.

   b) In die Sammelgallerie an der Mergentheimerstrasse kann selbst böswilliger Weise kein Wurm hineingeworfen werden, viel weniger einer von selbst hineingelangen. In's Hochreservoir könnte allenfalls ein boshafter Arbeiter, der den Zugang zum Wasser erlangen kann, einen Regenwurm hineinwerfen, derselbe könnte aber nicht durch den stricknadeldicken Aichhahn in die Hausleitung gelangen.

Es ist also mit maximaler Wahrscheinlichkeit als unmöglich zu bezeichnen, dass die betreffende Magd richtig beobachtet hat, wenn sie glaubt, einen Wurm aus dem Leitungswasserhahn erhalten zu haben.

Gutachten IV.

Ueber die Wasserverunreinigung des Würzburger Leitungswassers im Wasserwerk an der Mergentheimerstrasse zu Hochwasserzeiten

speciell durch das Hochwasser vom 5. Februar 1897

erstattet

am 21. Juli 1897.

Vorbemerkung.

Wenn ich in den folgenden Blättern über den Zustand unserer Wasserversorgung an der Mergentheimerstrasse bei dem letzten Hochwasser zu einem sehr unerfreulichen Ergebniss komme und damit überhaupt vorläufig die Benützung der 2. Wasserversorgung Würzburg's während Hochwasser schwer discreditire, so erfülle ich damit eine traurige Pflicht.

Ich habe dabei aber die Genugthuung, dass ich:

1. An der Anlage dieser Wasserversorgung absolut unbetheiligt bin, da ich dieselbe erst nach ihrer provisorischen Fertigstellung 1891 im Auftrag des Magistrats vereinzelten bacteriologischen Untersuchungen zu unterziehen hatte.
2. dass ich bei dem ersten ganz kurzen Gutachten, das ich über die bacteriologische Wasserbeschaffenheit Frühjahr 1892 abgab mich dahin aussprach: Das neue Würzburger Wasser ist, „wenn die Bodenverunreinigung und bei Ueberschwemmungen das Eindringen von Mainwasser vermieden wird, als ein vom hygienischen Standpunkt vortreffliches zu bezeichnen.“

Dieser Satz ist auf meinen ausdrücklichen Wunsch auch in den Bericht des Herrn Director *Lamb* über das Würzburger

Wasser in die Festschrift der Stadt Würzburg August 1892 aufgenommen worden.

Nicht meine Schuld ist es, dass die dort vorausgesehene Möglichkeit sich in einigen Jahren in schwacher, dieses Jahr aber in ausserordentlich starker Weise geltend gemacht hat. Im übrigen liegt es mir durchaus ferne, den Männern, die damals diese Wasserversorgung projectirt, oder begutachtet (anerkannte Fachleute wie *v. Sandberger*, *Salbach*, *Diem*) und ausgeführt haben, eine wesentliche Schuld dafür aufzubürden, dass sie die Bedeutung der Hochwasser unterschätzt. Es musste ausserdem damals um jeden Preis der unerträglichen Wassernoth in Würzburg ein Ende gemacht werden und es war keine grosse Wahl vorhanden, woher man das Wasser nehmen wollte. Und endlich wolle man nicht verkennen, wie viel leichter es ist, einen Mangel einer Anlage nachher zu erkennen, als alle denkbaren Gefährdungen von Anfang an zu vermeiden.

1. Einleitung.

Aus den zahlreichen früheren Untersuchungen des Wasserwerks an der Mergentheimerstrasse, speziell aus dem grossen Gutachten vom November 1896, waren von mir folgende Sätze abgeleitet worden:

1. Bei niederem und mittlerem Mainstande liefert das Pumpwerk ein sehr keimarmes, hygienisch tadelloses Wasser. Mit ganz wenig Ausnahmen betrug die Bacterienzahl nur 13–50 Keime im Cubikcentimeter.
2. Die chemische Untersuchung ergab, dass bei niederem und mittlerem Mainstand das Leitungswasser je nach Mainstand, Ergiebigkeit des Grundwassers und Intensität des Pumpens eine wechselnde Zusammensetzung zeigt durch Beimischung wechselnder Mengen von Mainwasser. Die Mischung ist, da sie stets tadellos filtriert und weicher als das reine Grundwasser ist, in jeder Beziehung hygienisch tadellos.
3. Bei Mainhochwasser — untersucht wurden bis November 1896 die beiden Hochwässer vom 25.—31. III. 95 (höchster

Mainstand vorübergehend 10.95 m [1]) und vom 12. III. 96 (höchster Mainstand nur einmal 10,25 m) — änderten sich beidemal die Verhältnisse in unerfreulicher Weise. Durch rasch absinkende Temperatur und plötzliches Weichwerden des Wassers liess sich eine Erhöhung des Mainwassergehalts im Leitungswasser bis auf 70 % beobachten, was allerdings an sich hygienisch und technisch gleichgültig gewesen wäre, wenn nicht gleichzeitig in beiden bisher untersuchten Hochwassern ein erhebliches Steigen des Bakteriengehaltes des Leitungswassers beobachtet worden wäre.

Die Ergebnisse sind kurz recapitulirt auf pag. 84.

2. Plan der diesmaligen Untersuchung.

Bei dieser Sachlage erschien es von grösster Wichtigkeit, bei dem nächsten Hochwasser methodische Untersuchungen in grösserem Umfang wie bis her anzustellen, um, wenn irgend möglich, ein genaueres Bild über den Umfang und vor allem den Eintrittsweg der Verunreinigungen zu gewinnen.

Nachdem ich zur Zeit der Wasserklemme und sehr niedrigem Mainstand im Januar 1897 schon einige chemische Untersuchungen des Leitungswassers vorgenommen hatte, ordnete ich am 1. und 3. Februar chemische Untersuchungen an und begann am 4. Februar, sowie mich Herr Director *Lamb* vom Steigen des Mains in Hassfurt in Kenntniss setzte, eine streng planmässige Untersuchung.

Ich richtete mit Hülfe meiner 3 sich ablösenden Assistenten im Wasserwerk ein Laboratorium ein, wo Beobachtungen vom

4. II., 4 Uhr Mittag — 6 II., 6 Uhr Mittag

d. h. 50 Stunden lang unausgesetzt in zweistündigen oft auch in nur einstündigen Intervallen gemacht wurden. Während der ganzen Zeit waren die Pumpen Tag und Nacht im Betrieb. Die Aufgaben dieses improvisirten Laboratoriums waren:

1. Sofortiges Anlegen von je 3 Plattenkulturen zum Zählen der Leitungswasserbacterien.
2. Beobachtung der Temperatur des Leitungswassers.
3. Beobachtung der Klarheit des Leitungswassers.

[1]) Maximale Höhe unbekannt, weil der Pegel eine Zeit lang unzugänglich war.

4. Schöpfung einer Flasche Leitungswassers zur späteren Abdampfrückstandbestimmung, letztere wurde nicht in allen, sondern nur in den nach dem Resultat der anderen Versuche ausgewählten Proben ausgeführt.
5. Sofortige Untersuchung aller geschöpften Leitungswasserproben auf organische Substanz — durch Titrirung mit Permanganat.
6. Beobachtungen über das Steigen und Fallen des Mainwassers in specie über die Ueberfluthung der Schachtdeckel.
7. Aehnliche bacteriologische, thermometrische und chemische Untersuchungen an sehr zahlreichen Mainwasserproben.

Endlich wurde von den Angestellten des Wasserwerkes beobachtet:

8. Wasserstand im Sammelschacht und Mainpegelstand.
9. zweimal täglich die Wasserstände in den Wasserrohren des Beobachtungsfelds.

Alle gewonnenen Zahlen, soweit sie sich als verwendbar für das Gutachten herausstellten, sind in Tabellen knapp und übersichtlich dargestellt, nur die aufgeführten Bacterienzahlen erheischen nähere Erklärung.

Wo die Zahl der aufgegangenen Kolonien es irgend erlaubte, zählte ich die Keimzahl nach viermal 24^h langer Beobachtung bei circa 20^0, diese Zahl giebt ziemlich alle vorhandenen Keime — in einigen Fällen wurde nach 7 Tagen nochmals gezählt und mehrmals keine nennenswerthe Zunahme gefunden.

Die dichten Platten aus der Zeit der starken Wasserverunreinigung mussten jedoch meist schon nach dreimal 24^h gezählt werden, weil nach viermal 24^h diesselben schon verflüssigt und unzählbar waren, es ist also zu beachten, dass die gefundenen Verunreinigungen während der schlimmsten Zeit nur Minimalzahlen sind, die bei Zählungen am 4. Tag leicht noch $20\,^0/_0$ höher hätten gefunden werden können.

Nachdem dieses ganze Zahlenmaterial gewonnen war (Tabelle I), wurde die bacteriologische und chemische Untersuchung des Leitungswassers bis zum 20. Februar einmal täglich, (bis zum 8. II. zweimal täglich) fortgesetzt, um das Abklingen der beobachteten Leitungswasserveränderungen zu studieren. (Tabelle II).

Ich lasse nun die Tabellen folgen:

Tabelle I.

Untersuchung von Wasser während und

a) **Leitung** (Mergentheimerstrasse).

Tag	Stunde	Temp.	Aussehen	Rückstand	Sauerstoffverbrauch	Bacterien nach 4 Tagen gezählt
1. II.	—	6,8	Klar	501	0,5	—
3. II.	—	—	„	478	—	—
4. II.	4h Nachm.	6,8	„	478	0,6	50
	6 „	—	„	—	0,6	50
	8 „	—	„	472	0,7	50
	10 „	—	„	—	0,6	76
	12h Nachts	—	„	—	0,7	92
5. II.	2h Früh	6,8	„	—	0,8	90
	3 „	—	„	—	—	94
	4 „	—	„	—	0,8	100
	5 „	—	„	—	—	—
	6 „	—	„	—	0,8	193
	7 „	—	„	—	0,8	330
	8 „	—	„	—	0,8	450
	9½ „	—	„	—	0,8	1500
	10 „	—	„	—	0,8	2800
						Bacterien nach 3 Tagen gezählt
	11 „	6,4	„	—	0,8	5800 [1]
	12h Mittags	6,2	„	442	0,8	8000
	1h Nachm.	5,9	„	—	0,8	—
	2 „	5,8	„	—	—	13000
	4 „	5,4	„	—	0,9	—
	6 „	4,7	„	—	1,3	15700
	8 „	4,9	„	—	1,2	20000
	10 „	4,3	„	393,2	1,3	18000
	11 „	4,2	„	—	—	—
	12h Nachts	4,2	„	—	1,5	—
6. II.	1h Früh	4,0	Seit Mitternacht minimale Spur von Opalescenz	—	—	sehr viele
	2 „	4,0	—	—	—	sehr viele
	3 „	4,0	Erste merkliche Opalescenz	—	1,5	—
	4 „	3,8	—	—	—	—
	5 „	3,8	—	324	1,9	19660
	6 „	3,8	—	—	—	—
	7 „	3,8	—	—	1,7	—
	8 „	3,8	Opalescenz sehr deutlich	—	—	—
	9 „	3,8	—	—	1,5	18000
	10 „	3,8	—	—	—	—
	11 „	3,8	—	328	1,5	—
	12h Mittags	3,8	—	—	1,1	27500
	1h Nachm.	3,8	—	—	1,2	—
	2 „	—	—	—	1,1	—
	3 „	3,9	—	—	1,2	25000
	4 „	4,2	—	—	1,1	—
	5 „	4,1	—	—	1,1	21600

[1] Vom 5. II. 11 Uhr — 12. II. musste die Keimzahl schon nach 3 Tagen ermittelt werden, da am 4. Tag meist Verflüssigung eintrat.

nach der Hochfluth im Februar 1897.

b) Main.

Tag	Stunde	Temp.	Pegel	ussehen	Rückstand	Sauer-stoff-ver-brauch	Bacterien nach 3 Tagen gezählt
1. II.	—	0,0	—	trüb, lehmig	419 (Asche 270)	2,6	—
3. II.	—	0,2	—	"	334	5,7	—
4. II.	4 h Nchm.	—	9,36	"	236	7,7	700 000
	6 "	—	9,56	"	—	6,5	—
	8 "	—	9,65	"	—	7,5	316 000
	10 "	—	9,69	"	—	—	—
	12 h Nchts.	—	9,79	"	—	—	—
5. II.	2 h Früh	—	10,02	"	196	9,4	—
	4 "	—	10,10	"	—	—	560 000
	6 "	—	10,15	"	190,4	9,4	—
	7 "	—	10,23	"	—	—	—
	8 "	—	10,29	"	—	—	—
	10 "	—	10,41	"	—	9,8	120 000
	11 "	—	10,47	"	—	—	—
	12 h Mttgs.	—	10,51	"	—	—	214 000
	1 h Nchm.	—	10,58	"	—	11,2	—
	2 "	—	10,64	"	—	—	110 000
	4 "	—	10,72	"	—	—	—
	6 "	—	10,85	"	164	—	—
	8 "	+ 0,2	10,93	"	—	10,2	850 000
	10 "	—	11,02	"	—	—	—
	11 "	—	11,04	"	—	—	—
	12 h Nchts.	—	11,06	"	—	—	—
6. II.	1 h Früh	—	11,08	"	—	—	—
	2 "	—	11,10	"	—	—	—
	3 "	—	11,11	"	—	—	—
	4 "	—	11,11	"	—	—	—
	5 "	—	11,11	"	—	—	—
	6 "	—	11,11	"	—	—	—
	7 "	—	11,11	"	—	—	—
	8 "	—	11,08	"	176	—	60 000 (nach 36 h) später unzählbar
	9 "	—	11,03	"	—	—	—
	10 "	—	11,03	"	176	—	—
	11 "	—	10,98	"	—	—	—
	12 h Mttgs.	—	10,96	"	—	—	300 000
	1 h Nchm.	—	10,09	"	—	—	—
	2 "	—	10,87	"	—	10,0	—
	3 "	—	10,81	"	—	—	—
	4 "	—	10,78	"	—	—	—
	5 "	—	10,75	"	—	—	—

Tabelle I. (Fortsetzung).

Untersuchung von Wasser während und

a) **Leitung** (Mergentheimerstrasse):

Tag	Stunde	Temp.	Aussehen	Rückstand	Organ. Substanz	Bacterien am 3. Tag gezählt
7. II.	8h Früh	4,0	opalescirend	344	1,1	24000
7. „	4h Nachm.	4,4	„	374	—	20000
8. „	9h Früh	4,6	„	396	0,9	14500
8. „	5½h Nachm.	—	„	—	—	16700
9. „	9h Früh	4,6	„	398,8	0 8	9513
10. „	„	4,6	„	394	0,9	6110
11. „	„	—	„	—	0,6	5820
12. „	„	5,2	„	—	—	3225
13. „	„	4,4	„	400,0	—	am 4. Tag gezählt 3261
15. „	„	4,4	„	360,0	1,2	2240
16. „	„	—	„	—	—	1906
17. „	„	4,6	„	364	0,9	1470
18. „	„	—	„	—	—	1021
19. „	„	3,8	klar	368	1,8	841
20. „	„	4,3	„	—	—	623
21. „	„	4,9	„	—	—	—
22. „	3h Nachm.	4,5	„	412,4	1,1	753
23. „	„	4,6	„	—	—	403
24. „	„	4,5	„	393,2	1,0	377
25. „	„	4,9	„	—	—	301
26. „	„	5,1	„	388,4	1,0	265
27. „	„	5,7	„	—	—	150
28. „	„	5,1	„	—	—	—
1. III.	„	5,3	„	377,6	0,8	149
2 „	„	4,9	„	—	—	—
3. „	„	5,1	„	—	0,8	111
4. „	„	5,1	„	—	0,8	97
5. „	„	5,2	„	—	—	86
6. „	„	5,1	„	—	0,7	—
7. „	„	5,4	„	—	—	—
8. „	„	4,1	„	—	—	—
9. „	„	5,3	„	—	—	154
10. „	„	5,9	„	—	—	—
11. „	„	5,9	„	—	—	109
12. „	„	6,1	„	—	—	60
13. „	„	6,1	„	—	—	—
14. „	„	6,0	„	—	—	—
15. „	„	6,1	„	—	—	—
16. „	„	6.0	„	—	—	—
17. „	„	6,2	„	—	0,9	—
18. „	„	6.2	„	—	—	—
19. „	„	6,2	„	—	—	—
20. „	„	6,2	„	—	—	32
21. „	„	6,1	„	381,6	—	59
22. „	„	6,3	„	(377,2) 382,8	0,9	49
23. „	„	6,0	„	—	—	35
24. „	„	6,3	„	—	—	—
25. „	„	6,5	„	—	—	—
26. „	„	6,7	„	—	—	—
27. „	„	6,7	„	—	—	—

nach der Hochfluth im Februar 1897.

b) **Main:**

Tag	Stunde	Temp	Aussehen	Rückstand	Bacterien	Pegel
7. II.	8 h Früh	—	—	—	—	10.04
7. "	4 h Nachm.	—	—	—	—	9.91
8. "	9 h Früh	0,8	stark opal.	202	—	9,89
8. "	5 1/2 h Nachm.	—	"	—	—	9,89
9. "	"	—	"	—	—	—
10. "	"	—	"	—	—	—
11. "	"	—	"	—	—	—
12. "	"	0,8	"	—	—	9,11
13. "	"	1,4	"	—	—	9,11
14. "	"	—	"	—	—	9,20
15. "	"	—	"	—	—	9,12
16. "	"	—	"	—	—	9,16
17. "	"	—	"	—	—	9,48
18. "	"	—	"	—	—	9,53
19. "	9 h Früh	—	nicht sehr trüb, Bodensatz gering	223	40 000 (4. Tag)	9,15
20. "	"	1,8	"	—	—	9,02
21. "	"	3,2	"	—	—	8,83
22. "	"	3,3	"	—	—	8,76
23. "	"	3,0	"	—	—	8,81
24. "	"	3,2	"	—	—	8,81
25. "	"	4.7	"	—	—	9,01
26. "	"	4,7	"	—	—	9,06
27. "	"	5,1	"	—	—	9,11
28. "	"	5,2	"	—	—	9,19
1. III.	"	5,3	"	—	—	9,31
2. "	"	5,1	"	—	—	9.28
3. "	"	4,2	"	—	—	9,26
4. "	"	3,6	"	—	—	9,30
5. "	"	3,9	"	—	—	9,34
6. "	"	3,3	"	—	—	9,33
7. "	"	4,1	"	—	—	9,14
8. "	"	5,6	"	—	—	9,00
9. "	"	5,4	"	—	—	8,93
10. "	"	4,4	"	—	—	8,84
11. "	"	4,6	"	—	—	8,82
12. "	"	5,8	"	—	—	8,78
13. "	"	4,8	"	—	—	8.83
14. "	"	5,1	"	—	—	8,84
15. "	"	6,3	"	—	—	8,89
16 "	"	6,6	"	—	—	8,81
17. "	"	7,0	"	—	—	8,89
18. "	"	7,9	"	—	—	8,78
19. "	"	7,7	"	—	—	8,75
20. "	"	7,1	"	—	3. Tag 70 000	8,89
21. "	"	6,3	"	—	3. Tag 40 000	9,26
22. "	"	7,0	"	231,2	—	9,38
23. "	"	7,9	"	—	—	9,32
24. "	"	9,3	"	—	—	9,10
25. "	"	8,3	"	—	—	8,96
26. "	"	9,0	"	—	—	8,87
27. "	"	9,1	"	—	—	8,80

An Hand der Tabellen sind die Curventafeln II und III entworfen, und mit Hülfe derselben lässt sich nun eine ganz genaue Schilderung des Vorgangs geben.

Als wir am 4. Februar 4 Uhr Abends die Untersuchung begannen, war schon seit einiger Zeit der Main etwas höher als normal d. h. etwa 8 — 9 m statt 7,5 — 8 m gestanden, den augenblicklichen Wasserstand von 9,36 m konnte man als schwaches Hochwasser bezeichnen.

Der Main war trüb, ungeheuer bacterienreich, 700 000 Keime pro Cubikcentimeter wurden gezählt, das Mainwasser war sehr weich, der Rückstand betrug nur 236 mg pro Liter, während er

am 1. II. 419
„ 3. II. 343 betragen hatte.

Die Temperatur war + 0,2°, der Fluss also durch die Schneeschmelze trüb, bacterienreich, weich und kalt geworden.

Das Leitungswasser am 4. Februar 4 Uhr Abends zeigte noch durchaus normale Beschaffenheit, es war tadellos klar, von normaler Härte (478 mg Rückstand in 1 Liter), etwa von der üblichen Wintertemperatur des hiesigen Leitungswassers (6,8°) und die Keimzahl betrug 50 Keime in 1 Cubikcentimeter. Diese Zahl ist zwar um ein weniges höher als die in früheren Jahren bei den regelmässigen Untersuchungen meist ermittelten Werthe (8 — 35 Keime) aber doch als sehr bescheidene und befriedigende Zahl zu bezeichnen.

4 Stunden lang — bis 8 Uhr Abends blieb die Keimzahl constant, dann stieg sie während der Nacht langsam, anfangs unmerklich auf 76, 90, 100 bis Morgens um 4 Uhr. Diese Zahlen sind nicht durch den Zufall bedingt, denn das Ansteigen erfolgte so regelmässig und gesetzmässig, dass auch auf diese geringe Keimzunahme Werth gelegt werden darf. Ausserdem sind alle Bacterienzahlen Mittel aus 3 meist sehr gut stimmenden Einzeluntersuchungen.

Von 6 Uhr früh am 5. II. ging nun die Steigerung der Keimzahl rascher; sie betrug:

5. II. um	6 Uhr	195
	7 „	330
	8 „	450
	9½ „	1500
	10 „	2800
	11 „	5800
	12 „ Nachts	8000

6. II.	um	2 Uhr	Früh	13000	
		6 „		15700	
		8 „		20000	
		1 „	kaum zählbar		
		5 „		19000	nur 2½ Tage gezählt, Zahl zu niedrig.
		8 „		18000	
		11 „		27500	
		3 „		25000	
		5 „		21000	
7 II.		8 „	Früh	24000	
		4 „	Abends	20000	

Hierauf ging die Zahl sehr langsam zurück und erreichte erst am 27. II. wieder 150, erst am 12. III. wieder 60. (Vergl. pag. 60).

Diese enorme Keimzahlsteigerung ist als unzweifelhaftes Zeichen des Eindringens von unfiltrirtem Mainwasser aufzufassen — es war von grossem Interesse, zu constatiren, ob nicht auch für das Auge eine Trübung des Leitungswassers durch die lehmigen Mainfluthen zu beobachten sei. In der That war vom 5. II. früh 1 Uhr eine unzweifelhafte, von 8 Uhr ab eine sehr deutliche, immerhin nur dem aufmerksamen Beobachter auffallende Trübung des Wassers zu bemerken, die am 7. II. noch vorhanden war und dann nicht weiter bemerkt wurde.

Während sich die Keimzahl in dem beschriebenen enormen Maasse vermehrte, wurde auch das Leitungswasser zunehmend weicher.

Die wichtigsten Zahlen der Tabelle in dieser Hinsicht sind:

1. II.			501
3. II.			478
4. II.	4 Uhr	Mittags	478
	8 „	Abends	472
5. II.	12 „	Mittags	442
	10 „	Nachts	393
6. II.	5 „	Früh	324
	11 „	„	328

Von hier ab nahm der Gehalt wieder rasch zu und erreichte am 8. II. wieder 396 mg, was etwa dem gewöhnlichen Gehalt bei hohem Main entspricht.

Vollkommen parallel, wie die Curve auf Tafel III zeigt, mit dem Weicherwerden ging das Kälterwerden des Wassers, die Temperatur sank erst langsam, dann rasch von 6, 8 auf 3,8° und stieg nur langsam wieder zu höheren Werthen.

Auch die organische gelöste Substanz (gemessen durch die zur Oxydation von 1 Liter Wasser nothwendige Sauerstoffmenge in Milligramm) im Leitungswasser nahm unter dem Einfluss des Mainwassers zu — aber — wie in früheren Jahren [1]) in relativ bescheidener Weise, sie stieg von ihrem normalen Gehalt von 0,5 mg pro Liter nur auf 1,9 mg, während der Main fortwährend Werthe von 6,5—11,2 zeigte. Auf Tafel V [2]) unterste Kurve sind nur die Werthe für das Leitungswasser, aber nicht die für den Main eingezeichnet, letztere sind aus Tabelle I zu ersehen.

Die Ergebnisse dieser exacten Untersuchungen — die sich bis auf die leichte Opalescenz nicht durch die Sinne erlangen liessen — berechtigen zu dem allgemeinen Schluss:

Wie bei den beiden früheren näher untersuchten Hochwässern drang auch diesmal von einem gewissen Zeitpunkt an unfiltriertes Mainwasser in den Sammelkanal ein, im Unterschied zu früheren Jahren beschränkte sich aber die beobachtete Keimzahl nicht auf 1042 oder 1830 Keime, sondern erreichte

2 Tage lang Werthe über 20000 Keime
7 „ „ „ „ 5000 „
5 Wochen „ „ erheblich über 100 Keime.

Während diese Veränderungen sich im Leitungswasser vollzogen, zeigte der Main folgendes Verhalten. Continuirlich steigend drang der Main gegen die Leitung vor, überschwemmte am 5. II. früh zwischen 7 und 8 Uhr bei einem Pegelstand von 10,25 m die ersten Schachtdeckel C und G. Das Steigen dauerte bis 6. II. früh 3 Uhr, der Wasserstand blieb dann bis 7 Uhr constant, hierauf begann das Wasser erst langsamer, dann rascher zu fallen. Am 7. II. früh 6 Uhr waren bei einem Pegelstand von 10,15 m alle Schachtdeckel wieder frei. Eine genauere Uebersicht über das Verhalten der Schachtdeckel giebt beifolgendes Schema:

---

[1]) Ich habe diese erfreuliche Thatsache in meinem Gutachten am Nov. 1896 ausführlich besprochen und erklärt. Vergl. p. 42 u. 43.

[2]) Nicht reproduciert.

Tabelle III.

Ueberflutungs- und Entflutungszeit der Schächte.

Datum	Tageszeit	F	E	D	C	B	A	G	H	J	K	L	M
		Schachtdeckel											
		Bis zum 5. II. 97 Morgens 7 Uhr waren alle Deckel noch vom Wasser frei.											
		Ueberflutet (×) waren:											
5. II. 97.	Früh 8	—	—	—	×	—	—	×	—	—	—	—	—
„	„ 9	—	—	—	×	×	×	×	×	—	—	—	—
„	Abends 9	—	—	×	×	×	×	×	×	—	—	—	×
„	Nachts 12	—	×	×	×	×	×	×	×	—	—	—	×
6. II. 97.	Früh 9½	—	—	×	×	×	×	×	×	—	—	—	×
„	Nachm. 3	—	—	—	×	×	×	×	×	—	—	—	—
7. II. 97.	Früh 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Wie Tabelle I zeigt, blieb der Main übrigens noch lange hoch; bis Ende März war sein niedrigster Stand 8,87 m — meist war er aber gegen 9,1 m.

III. Versuche aus den mitgetheilten Zahlen nähere Schlüsse zu ziehen, in welcher Weise zu Hochwasserzeiten der Main mit dem Leitungswasser in Beziehung tritt.

A. Betrachtungen über die chemische Zusammensetzung und Temperatur.

Es liegt nahe, bevor wir auf die Frage der Herkunft der Bacterien eingehen, auf die erhaltenen chemischen und thermischen Daten eine Berechnung der Wassermengen zu begründen, die sich aus dem Main dem Leitungswasser beimischten.

Ich habe in meinem Gutachten vom November 1896 zuerst genauer aus dem Gehalt des Wassers an gelösten Bestandtheilen zu berechnen versucht, in welchem Verhältniss sich zu verschiedenen Zeiten Mainwasser dem Leitungswasser beimischt und gefunden:

bei mässigem Mainstand und mässigem Pumpen 18—44% Mainwasser
bei mässigem Mainstand und starkem Pumpen 60—70% „
bei starkem Hochwasser bis 80% „

Es war dabei die Annahme gemacht, dass das Grundwasser (Bergwasser) einen constanten Gehalt von 600 mg im Liter hat und dass sich stets Mainwasser von der Zusammensetzung beimische, wie es gerade vorbeifliesse. Ich habe allerdings selbst im gleichen Gutachten unter Benützung der Temperaturbeobachtungen bewiessen, dass das eindringende weiche Wasser nicht die jedesmalige Maintemperatur hat, sondern im Frühsommer kühler, im Herbst wärmer als der Main ist, dass dasselbe also jedenfalls eine Zeitlang im Gelände verweilt und nicht wohl senkrecht auf den Mainlauf, sondern mehr weniger schräg gegen den Sammelkanal fliesst. Dennoch konnte man damals rechnen, unter Verwerthung der gleichzeitig ermittelten Werthe für Main und Leitung, da das Mainwasser während der damaligen Untersuchungszeit nicht annähernd die Schwankungen an Gehalt durchmachte wie diesmal, wo wir vom 1. II. — 5. II. 97 die extremsten Mainwerthe beobachteten, die unter all' den recht zahlreichen bisher ermittelten Werthen enthalten sind, nämlich:

1 II.		**419** mg pro 1 Liter
3. II.		334
4. II.		236
5. II.	2 Uhr Früh	196
	6 Uhr Früh	190
	6 Uhr Abends	**164**

Im Jahre 1896 war unter 41 Mainanalysen 360 der höchste 201 der niedrigste Werth, und während der Hochwasserperiode 1896 schwankte der Gehalt nur von 230 — 201.

Wollen wir also mit den Werthen von diesem Jahr (1897) Mischungsrechnungen ausführen, so ist unumgänglich, dass wir den Werth des reinen Grundwassers (600) nicht mit dem des Mains vom selben Tage sondern mit dem vom vorigen Tage zusammen in die Rechnung einführen.[1])

[1]) Thut man das nicht und rechnet man mit den Mainwerthen vom gleichen Tag, so ergibt sich offenbarer Unsinn, z. B. mit steigendem Mainwasser ein abnehmender Gehalt an Mainwasser im Leitungswasser; so wären am:

1. II.	45 % Grundwasser	55 % Mainwasser
2. II.	54 % „	46 % „
3. II.	65 % „	35 % „

	Theoretisch reines Grundwasser	Main	Leitung	Berechnet			
So ergiebt sich:							
1. II. *	600 mg	419 mg (Werth v. 1. II.)	501	45 %	Grundw.	55 %	Mainw.
3. II. *	600 mg	419 mg (Werth v. 1. II.)	478	32 %	„	68 %	„
4. II. *	600 mg	334 mg (Werth v. 3. II.)	478	32 %	„	68 %	„
	600 mg	419 mg (Werth v. 1. II.)	478	50 %	„	50 %	„
5. II.	600 mg	236 mg (Werth v. 4. II.)	442	56 %	„	44 %	„
*	600 mg	334 mg (Werth v. 3. II.)	442	40 %	„	60 %	„
6. II *	600 mg	194 mg (Werth v. 5. II.)	324	34 %	„	62 %	„
	600 mg	164	324	41 %	„	49 %	„

Von diesen Zahlen halte ich die mit * versehenen für die wahrscheinlichsten [1]) und komme also zu dem Schluss, dass durch das Hochwasser die Beimengung von Mainwasser, die vorher etwa 50 % betrug, auf 68 % gesteigert wurde. Das rasche Weichwerden des Leitungswassers kam diesmal weniger davon her, dass nun viel mehr Mainwasser angesaugt wurde, als davon, dass das in mässigem Grade stärker angesaugte Leitungswasser sehr weich war. — Im März 1896 ergab die Berechnung bei Hochwasser gar nur 21 % Grundwasser und 79 % Mainwasser.

Zu ganz analogen Resultaten kommen wir bei der Betrachtung der Temperaturverhältnisse. Das reine Grundwasser der Gegend ist, wie ich im vorigen Gutachten auseinandergesetzt, etwa 9.5 ° warm.

Nehmen wir die Temperatur des Mains vor der Schneeschmelze Anfangs Februar zu 4 ° an, so war eine Mischung von

[1]) Je stärker der Main steigt, je mächtiger er gegen den Sammelkanal drückt, je stärker er das Gelände überschwemmt, um so eher dürfen wir annehmen, dass die momentane Zusammensetzung des Mainwassers der des Wassers entspricht, das eben von der Mainseite in den Sammelkanal läuft. — Immer wird natürlich die Voraussetzung gemacht, dass das Grundwasser stets 600 mg Rückstand habe, ist dies zu streng, beträgt der Rückstand desselben zeitweise nur 550 mg, so ist natürlich in Wirklichkeit ein nicht unerheblich höherer Gehalt an Grundwasser da.

etwa 51% Grundwasser, 49% Mainwasser nöthig, um die Leitungswassertemperatur von 6,8° zu erklären.

Auf der Höhe des Hochwassers war der Main + 0,2 während mehrerer Tage, das Leitungswasser sank bis auf 3,8, das bedeutet 39% Grundwasser und 61% Mainwasser.

Diese Resultate entsprechen im wesentlichen den aus den chemischen Daten erschlossenen, sie sind aber offenbar zu günstig, denn das Mainwasser erwärmt sich im Winter etwas im Boden, ehe es zum Sammelkanal kommt. In Wirklichkeit dürfte wohl etwas mehr Mainwasser zuströmen, etwa 66%, wie aus den chemischen Daten gefunden. Es hat also die chemische und thermometrische Untersuchung des diesjährigen Hochwassers, grade so wie im Februar 1897, ein vermehrtes Eindringen von Mainwasser zur Hochwasserzeit mit absoluter Sicherheit ergeben.

B. Betrachtungen über den Bacteriengehalt.

Wie schon des öfteren ausgeführt, bekümmert uns das eindringende Mainwasser gar nicht, solange es — wie bei normalem Mainstand stets — tadellos filtriert ist. Dagegen lehrt uns ein Bacteriengehalt wie wir ihn diesmal beobachteten, der in seiner Maximalzahl 27000 einen enormen Werth darstellt, dass unsere Wasserleitungsanlage noch schwere Mängel hat.

Ob eine Beseitigung dieser Mängel möglich ist, lässt sich nur dadurch bestimmen, dass wir klare Einsicht haben, wodurch sie entstehen.

Wir kommen dadurch zu der wichtigsten Frage: Auf welchem Wege kommen die Bacterien zu Hochwasserzeiten in unser Leitungswasser, einer Frage, die ich schon in den beiden letzten Gutachten aufgeworfen und zu lösen versucht habe, soweit es unsere damalige Kenntniss gestattete.

Die 5 verschiedenen theoretischen Möglichkeiten sind folgende:

a) Die Bacterien stammen nicht aus dem Main, sondern

1. sind bloss Bacterien, die an den Wandungen des Sammelkanals hingen und beim Hochwasser abgerissen wurden. (Wandbacterientheorie).
2. sind Erdbacterien aus der nächsten Umgebung des Kanals, die beim starken Eindringen des Mainwassers in den Geländeuntergrund weggerissen wurden. (Erdbacterientheorie).

b) Die Bacterien stammen aus dem Main:

3. Sie dringen ein beim Ueberfluthen der Schachtdeckel, durch nicht dicht schliessende Ritzen (Schachtdeckeltheorie).
4. Sie dringen ein beim Ueberfluthen der Schachtdeckel durch die Poren oder gar durch Klüfte, Ritzen und dergl., die sich im Erdreich, das den Sammelkanal von oben deckt, gebildet haben (Theorie des ungenügenden Deckenschutzes).
5. Sie dringen ein mit dem unterirdisch gegen den Kanal vordringenden Mainwasser resp. die Filtration des vom Main her gegen den Kanal andrängenden Wassers wird eine ungenügende, sowie der Druck des angeschwollenen Mains zu rasch das Wasser durch die filtrierenden dazwischenliegenden Sandmassen presst (Theorie des ungenügenden Seitenschutzes).

Diese 5 Möglichkeiten schliesen sich nicht aus, können vielmehr alle nebeneinander bestehen, jede muss aber einzeln discutiert werden.

Auf den ersten Blick sollte man meinen, das bisher in diesem und eventuell in den vorhergehenden Gutachten niedergelegte grosse Material müsste genügen, um einem in den einschlägigen Fragen erfahrenen Beurtheiler vollauf ausreichendes Material zur Entscheidung zwischen den Theorien 1—5 zu geben.

Ich gestehe aber offen, dass ich nur einige der gestellten Fragen halbwegs sicher an Hand dieses Materials glaubte beantworten zu können, und ich hielt es für meine Pflicht, das sicherste, allerdings wirksamste und zeitraubendste Mittel in solchen Fällen, das Detailstudium der Oertlichkeit und das Experiment, in möglichst ausgedehntem Massstabe zur Anwendung zu bringen.

IV. Untersuchungen im Gelände der Wasserversorgung und im Laboratorium zur sicheren Feststellung des Eintrittswegs der Bacterien bei Hochwasser.

Nachdem circa 3 Monate lang mit Eifer und Geduld im Laboratorium und im Gelände zum Theil in ganz grossem Maassstabe Versuche über die 5 einzelnen Möglichkeiten des Bacterieneindringens angestellt sind, will ich jede einzeln an Hand der

erlangten Resultate besprechen. Es wird sich dabei empfehlen, die wissenschaftlichen Belege in einen besonderen Anhang zu verweisen und im Text die gefundenen Ergebnisse einfach als Thatsachen zu behandeln. Es ist so — ohne das Gutachten zu sehr zu belasten — sowohl jetzt wie in späteren Zeiten jedem Interessenten Gelegenheit gegeben, sich genau über Methode und Beweiskraft meiner Versuche zu orientiren. Ich bemerke, dass solche Versuche jedenfalls noch selten angestellt sind, mir sind keine bekannt, die genau vergleichbar wären.

1. Die Wandbacterientheorie.

Hier kann ich mich kurz fassen. Die massenhaft auftretenden Bacterien stammen nicht von den Wandungen des Sammelkanals. Es ist zwar unzweifelhaft, dass an den Wandungen des Kanals wie an den Rohrwandungen sich Bacterien ansiedeln und es wurde von mir schon früher angenommen, dass die eine oder andere vereinzelte in einer Beobachtungsreihe auftauchende höhere Zahl durch ein zufälliges Loslösen eines solchen Bacterienklümpchens bedingt sein könne — aber um eine derartige Verunreinigung des Wassers mit Bacterien hervorzubringen, wie wir es beobachtet, reicht wohl weder der Bacterienüberzug des Sammelkanals, noch ist eine Kraft vorhanden, die dieses massenhafte und langdauernde Loslösen der Bacterien zu bewirken im Stande wäre.

2. Die Erdbacterientheorie.

Es wurde die Meinung ausgesprochen, dass die Vermehrung der Bacterien im Leitungswasser bei Hochwasser uns gar nicht interessire, denn diese Bacterien seien bloss durch das von allen Seiten unter erheblichem Druck eindringende Mainwasser aus dem Boden mitgerissen. Der Boden enthalte aber in reinem Gelände wohl viele Bacterien doch wohl keine pathogenen.

Ich muss zugeben, dass wenn man keimfreies Wasser unter stärkerem Druck durch bacterienreichen Sand filtriert, das Filtrat Bacterien enthält, die vom Sand abgelöst sind. Ich habe ähnliches bei Gelegenheit der gleich zu erwähnenden Sandröhrenfiltrationsversuche gesehen. Es hatte hier der Sand bis zum Einfüllen eine Zeit lang feucht gelagert und seine Keimzahl dank dem Luftzutritt sehr vermehrt. Dass aber aus dem keim-

armen Sand, wie er die tieferen Bodenschichten des Wasserversorgungsgeländes bildet,[1]) eine nennenswerthe Keimmenge ausgespült werden könne, war mir von Anfang an sehr fraglich. Ein directer Versuch (siehe wissenschaftlicher Anhang Versuch 5 pag. 92) lehrte denn auch evident, dass, wenn man auf den Sammelkanal einen 4 Meter im Durchmesser fassenden Zinkcylinder 50 cm hoch mit reinem keimarmem (15 Keime pro cbcm) Leitungswasser gefüllt aufsetzt. das Wasser des Sammelkanals seine Keimzahl absolut nicht verändert.

3. Die Schachtdeckeltheorie.

Nachdem im Jahre 1895 eine Reihe grober Undichtigkeiten an einem Theil der Schachtdeckel durch die Okularinspektion aufgedeckt waren, wurden auf meinen Antrag dieselben durch neue gut schliessende ersetzt. 1896 ergab die Untersuchung kein merkliches Eindringen von Mainwasser durch dieselben: Als sie nach dem Hochwasser geöffnet wurden, schienen sie tadellos geschlossen zu haben und nirgends war Lehm an der inneren Schachtwandung zu sehen.

Die ausserordentlich hohen Pilzzahlen bei der diesmaligen Ueberschwemmung mussten aber auf's neue den Verdacht auf die Undichtigkeit der Deckel lenken. Es schien sehr wohl möglich, dass die Deckel durch häufigen starken inneren Ueberdruck bleibend verbogen, nicht mehr so gut schlössen wie früher, oder noch eher, dass einzelne Gummidichtungen hart und nicht mehr schlussfähig geworden seien.

Es wurde desshalb am 16. II. 97 eine genaueste Untersuchung einer grossen Zahl von Schachtdeckel vorgenommen, in Anwesenheit von Herrn Director *Lamb* und mir; und auch diesmal zeigte sich, als die Schächte E, D, C, B, die alle überschwemmt gewesen waren, geöffnet wurden, ein ganz ausserordentlich fester, klebender Schluss der Gummidichtungen, der bei allen vieren nur mit Mühe gelöst werden konnte.

Doch war im Speciellen folgendes über die 4 Schächte zu notiren:

Schacht E. In einer Entfernung von 1,5 m um den Schacht herum ist eine seichte 3—5 cm breite Einsenkung des Erdreichs.

---

[1]) Dass tiefere Bodenschichten (unter $2^1/_2$ — $3^1/_2$ Meter) keimarm oder fast keimfrei sind, ist seit circa 10 Jahren in vielen Untersuchungen nachgewiesen.

Der Deckel löst sich schwer, doch fällt auf, dass an einer Stelle der Gummi offenbar nicht aufeinander gelegen hat.

An der gleichen Stelle wurden beim Sinken des Wassers, als der Schacht eben aus dem Wasser auftauchte, am 6. Februar $9^1/_2{}^h$ Vormittags das Austreten von Luftblasen beobachtet von Assistent Dr. *Neumann*[1]) und Maschinist *Manger*. Dieser Schacht ist diesmal zum erstenmal überschwemmt.

Schacht D. Die Senkungsfurche um den Schachtdeckel herum in 1,5 m Abstand ist seicht. Unmittelbar um den Schacht herum (Frost?) Sprünge im Erdreich. Deckel nur mit Gewalt zu öffnen. Auch hier war am Deckel und neben dem Schacht am Mauerrand am 6. Februar Mittags 3 Uhr von *Manger* das Austreten von Luftblasen beobachtet.

Schacht C. Deckel sehr stark und fest angeklebt, ein wenig lehmige Masse unmittelbar unter dem oberen Rand (ob von früher her?), nicht in den tieferen Theilen des Schachts.

Schacht B. Deckel tadellos festgeklebt, kein Schmutz innen.

Der Deckel von Schacht H (oder I) wurde am 15. Februar 1897 in Anwesenheit des Herrn Techniker *Hein* genau betrachtet und gefunden, dass der Deckel in der Richtung von der Charnierkante zur Verschlussseite eine leichte Wölbung zeigte, wahrscheinlich entstanden durch den Druck der darunter comprimirten Luft.

Diese Befunde veranlassten zu einer directen Prüfung der Dichtigkeit der Schachtdeckel mit chemischen Methoden.

Indem ich für die ausführliche Darstellung der angewandten Methode und erhaltenen Resultate auf den wissenschaftlichen Anhang (Versuch 1—46 pag. 90) verweise, theile ich in diesem Zusammenhang nur mit, dass wir Kästen mit starkem Salzwasser über den Schachtdeckeln anbrachten und nach circa 15 Stunden die Kästen entfernten, die Deckel und Schachköpfe peinlichst reinigten und hierauf die Deckel öffneten.

Nur bei einem Deckel (Schacht H) gewannen wir die Ueberzeugung, dass die ursprünglich offenbar tadellose Gummidichtung sich ganz functionsfähig erhalten, bei den 4 anderen untersuchten E, D, B, A war der Gummi teilweise hart geworden (wohl durch

[1]) Herr Dr. *Neumann*, Assistent des hygienischen Instituts, bemerkte noch eine zweite Stelle, wo Luft unter dem Deckel entwich, neben dem einen Charnier.

Hitze zum Theil mit dem Deckel verbacken und später beim Oeffnen des Deckels verletzt) und so ein Eindringen mindestens kleiner Salzwassermengen möglich, was einwandfrei auf chemischem Wege nachgewiesen wurde. Schacht H, dessen Gummidichtung, wie erwähnt, tadellos erhalten war, gab in anderer Richtung zu Klage Veranlassung, dass nämlich in ihn zwischen eiserner Schachtkrönung und Mauerwerk etwa 15 cm breit unter dem Gummiverschluss Salzwasser eingedrungen war.

Durch einfache Ritzen und Spalten, die Kochsalzlösung durchlassen, können aber natürlich auch Bacterien eindringen, und es muss als wichtigstes Ergebniss dieser vielfachen Versuche angegeben werden, dass die Schachtdeckel keineswegs keimdicht schliessen.

Welche Bedeutung hat nun diese unbestreitbar nachgewiesene Undichtigkeit?

Zur gerechten Beurtheilung dieser Frage vom practischen Standpunkt aus müssen wir uns vor allem darüber klar sein, dass durch kleine Ritzen und Spalten Wasser nur eindringt, wenn: Der Druck im Inneren der Schächte kleiner ist als ausserhalb.

Der normale Zustand der Luft in dem Röhrensystem des Sammelkanals ist ein wechselnder. Wenn alle Schachtdeckel tadellos schliessen, so muss in Zeiten, in denen längere Zeit mehr Wasser entnommen wird als zufliesst, ein geringer Minusdruck — (dies wird im Laufe des Tages namentlich gegen Abend die Regel sein), in Zeiten, wo längere Zeit mehr Wasser zugeflossen ist als abfliesst, ein geringer positiver Druck vorhanden sein.

Schliesst ein Schacht unvollkommen, so ist bis zu einem Wasserstand von etwa 5.75 m über Pegel, bei dem die einzelnen Revisionsschächte vom Wasser von unten abgesperrt werden, jedes Leck vollkommen ausreichend, um weder einen positiven noch negativen Druck im ganzen System zu Stande kommen zu lassen, also jede Saug- und Druckwirkung zu verhindern.

Steht das Wasser dagegen höher in den Schächten als 5.75 m, so wird jeder Schacht vom anderen unabhängig und kann für sich verdünnte oder verdichtete Luft enthalten, resp. bei undichtem Deckel seine Luftverdünnung oder Verdichtung nach aussen abgleichen.

Unter welchen Bedingungen ist nun ein Eindringen d. h. Ansaugen von Oberflächenwasser in einem Schacht möglich? Doch natürlich nur dann, wenn derselbe undicht ist und sein Wasser-

stand sinkt, solange Oberflächenwasser darüber steht. In diesem einzigen Falle wird Wasser angesaugt.

Waren diese beiden Voraussetzungen bei dem Hochwasser erfüllt? Die erste — die Undichtigkeit — ja, die zweite nein. Vor dem Hochwasser war der Wasserstand im Sammelschacht:

	früh	Abends
1. II. 97	6.71	5.15
2. II. 97	6.71	5.15
3. II. 97	6.71	5.15

Das heisst: Während der Nacht, in der nicht gepumpt wurde, ergänzte sich der Wasservorrath und im Lauf des Tages wurde derselbe, soweit es die Einrichtung der Pumpen gestattete, abgepumpt, im Laufe des Tages entstand also in den gut schliessenden Schächten eine Druckabnahme[1]), in den schlecht schliessenden Schächten musste sich dieselbe durch Lufteinströmen ausgleichen. Wenn nun im Laufe des 1., 2. und 3. Februar die Schachtdeckel überfluthet worden wären, so wäre wohl Gelegenheit zum Eindringen durch die Ritzen der Deckelverschlüsse gewesen.

Die Verhältnisse während des Hochwassers lagen aber anders:

	Morgens	Abends	
Am 4. II. war	6,75	5,48	
„ 5. II. „	6,15	7,25	Tag und Nacht gepumpt.
„ 6. II. „	8,30	8,56	
„ 7. II. „	10,46	7,66	
„ 8. II. „	8,95	7,60	

Am 4. Abends war noch keine Ueberschwemmung da, und als am 5. früh die Schachtdeckel überfluthet wurden, war schon ein für lange Zeit bleibender Hochstand des Leitungswassers vorhanden, so dass während der ganzen Ueberflutung die Revisionsschächte von unten abgesperrt und die Luft in ihnen comprimirt war, resp. herausblies, wie thatsächlich beobachtet. Es genügt aber ein Austreten von Luft nicht für das sofortige Eintreten von Wasser, durch Luftaustritt gleicht sich der Druck nur bis auf 1 Atmosphäre plus dem Druck des darüberstehenden Wassers

[1]) Gegen Abend gleicht sich, indem der Wasserstand unter 5,75 m sinkt, im ganzen System durch ein einziges Leck der Luftdruck aus — Ja (Anmerkung beim Druck) es ist wahrscheinlich, dass die Möglichkeit des Lufteindringens durch einen einzigen Schacht ausreicht, um überhaupt in keinem Schacht eine nennenswerthe Luftverdünnung zu Stande kommen zu lassen.

aus, er sinkt nicht tiefer und damit ist dem Wasser nach wie vor der Eintritt verwehrt.

Um diese wichtige Thatsache jedem einleuchtend zu machen, habe ich folgendes Experiment ausgedacht. Man bringt in das grosse Wasserglas A eine mit Luft gefüllte doppelt tubulierte Flasche B, die in der einen Oeffnung einen gut schliessenden durchbohrten Gummistöpsel D hat, durch den ein Glasrohr geht, das sich in den mit Klemme versehenen Schlauch E fortsetzt. Die Oeffnung C ist durch einen undicht schliessenden harten Kork verschlossen. Ehe man die Flasche B versenkt, erzeugt man durch Hineinblasen bei E einen geringen Ueberdruck in B und schliesst dann die Oeffnung E.

Man beobachtet nun, dass Anfangs einzelne Luftblasen aus B entweichen, bis der Druck in der Flasche auf den Aussendruck d. h. den Druck einer Atmosphäre + dem der über B stehenden Wassersäule gleichgeworden ist, dann tritt ein Beharrungszustand ein und noch nach Stunden ist kein Tropfen Wasser durch den schlecht schliessenden Kork C gedrungen.

Oeffnet man nun aber einen Moment den Quetschhahn E und sinkt der Druck in B zur Norm, so dringt sofort das Wasser tropfenweise unter dem Ueberdruck des bedeckenden Wasser in B ein. Dieser letzte Vorgang träte bei unserem Sammelkanal nur ein, wenn das Niveau in demselben sinkt, solange die Deckel überschwemmt sind, was diesmal wenigstens nicht der Fall ist, beim Hochwasser 1895 aber offenbar der Fall war.

Es ist also der nachgewiesenen geringen Undichtigkeit mehrerer Deckel keine practische Bedeutung für die Erklärung der hohen beim Hochwasser gefundenen Pilzzahlen zuzuschreiben.

4. Die Theorie der unzureichenden Filterwirkung des deckenden Lehms. (Deckendefecttheorie.)

Bisher habe ich in meinen Gutachten stets angenommen, dass die Lehmschicht, welche in einer Stärke von $^1/_2$—$2^1/_2$ m den Sammelkanal überdeckt und sich über das ganze Gelände der Wasserleitung ausdehnt, ein zuverlässiger Schutz gegen das Eindringen von Keimen von oben her sei.

Es war auch bisher nicht viel Grund vorhanden, dieser Annahme zu misstrauen, denn die stärksten Regengüsse brachten keine merkliche Verunreinigung des Leitungswassers hervor und

die 1895 und 1896 beobachteten Steigerungen der Keimzahl bei Hochwasser liessen sich sehr befriedigend erklären ohne diese Annahme: 1895 abgesehen von anderen Annahmen durch die nachgewiesene Undichtigkeit der Schachtdeckel, 1896 durch die Annahme einer nicht mehr vollkommen ausreichenden seitlichen Filtration bei starker Zunahme des Druckes und Bacteriengehaltes des Mainwassers. Immerhin war schon bei dem Hochwasser 1895 und 1896 aufgefallen, dass eine hohe Keimzahl erst im Leitungswasser gefunden wurde vom Momente an, wo die Schächte überschwemmt waren. Es bestand also immerhin die Möglichkeit, dass diese Keime die 2—2½ m dicke Lehmschicht und darunter die mehrere Meter dicke Sandschicht über dem Kanal durchdrungen hätten. Viel wahrscheinlicher erschien es allerdings bei der Versicherung der Wasserwerksdirection, dass die Lehmschicht über dem Kanal auf's sorgfältigste hergestellt und speciell jeder Revisionsschacht in blauen Letten eingebettet sei, dass ein seitliches als wie dass ein vertikales Eindringen der Bacterien statt habe. Es war letzteres um so unwahrscheinlicher als Lehm überhaupt bekanntlich wegen seiner feinen Poren für Bacterien schwer durchlässig ist und man ferner annehmen durfte, dass der Lehm über dem Kanal längst wieder fest zusammengesessen und dicht geworden sei. Aeltere dicke Lehmlagen gelten aber in der Wasserlitteratur allgemein ohne weiteres als sichere keimdichte Abschlüsse.

Da durch Reflexion hier nichts zu machen war, so wurden Versuche in grossem Massstab ausgeführt, die denn auch leider mit immer gewisserer Bestimmtheit erkennen liessen, dass die Sicherung der Wasserleitung durch den Deckenlehm nicht annäherend so vollständig war, wie man bisher annahm.

Die ersten Versuche beschäftigten sich mit der Frage, ob überhaupt durch den „Lehm", wie er über unserem Sammelkanal liegt, Wasser versickert.

Die umständlichen Versuche im Gelände, über die der wissenschaftliche Anhang unter Nr. 6 und 7 näheres berichtet, ergaben, dass bei einem Druck von 35—20 cm Wasser etwa 1,25—0,5 cm Wasser pro Stunde durch den Lehm versickert, wenn man im Gebiet des gewachsenen Lehmbodens zwischen der Mergentheimerstrasse und dem Leitungsstrang etwa 20 m von Schacht C entfernt eine seichte Grube ganz im Lehm aushebt.

Wesentlich lebhafter war anfangs die Versickerung, als um dem Revisionsschacht E herum ein 4 m im Durchmesser haltender Zinkcylinder 50 cm weit in den Boden getrieben wurde, es versickerten bei 35—50 cm Druck 5 später 4 in weiteren Versuchen — nachdem sich der Boden mit Wasser imbibirt hatte und die seitliche Verbreitung des versickerten Wassers nachliess 2, $1^1/_2$, ja schliesslich nur 1 cm pro Stunde. (Versuch 10 u. 11).

Unter allen Umständen war also der „Lehm“ nicht undurchlässig für Wasser.

Der Einwand, dass das versickerte Wasser gar nicht in den Sammelkanal, sondern nur weitverbreitet in die oberflächlicheren Erdschichten gelange, war unschwer durch besondere Versuche zu widerlegen. Versickerte das Wasser wirklich in den Sammelkanal, so musste es auch gelöste Salze mitnehmen. Aus der Raschheit und dem Grade des Salzeintritts in den Sammelkanal konnte man hoffen werthvolle Schlüsse zu ziehen.

Die Versuche, über die im wissenschaftlichen Anhang unter Nr. 8—12, pag. 96 u. f. ausführlich berichtet ist, ergaben:

Der erste Versuch (Versuch 8), bei dem 100 Kilo Viehsalz in den Zinkschacht gegeben und der Wasserstand in demselben nicht constant erhalten wurde, ergab schon bei der ersten Untersuchung nach $4^1/_4{}^h$ eine sehr bedeutende Zunahme des Kochsalzgehalts im Leitungswasser von 1,1 auf 2,9 mg in 100 cbcm (Maximum circa nach 7^h), sodass also die Untersuchung zu spät begonnen war. — Noch stundenlang nach vollkommenem Ablaufen des Wassers aus dem Zinkbehälter zeigte sich der Kochsalzgehalt des Leitungswassers deutlich erhöht. Es sickerte also offenbar noch lange Zeit, nachdem der Behälter leer war, Wasser durch die Erde in den Sammelkanal.

Der zweite Versuch (Versuch 9), am folgenden Tag mit dem frisch gefüllten Zinkbehälter über dem Schacht E angestellt, ergab diesmal schon nach 3 Stunden, am stärksten nach 5 Stunden, eine Steigerung des Kochsalzgehalts im Leitungswasser.

Nachdem in Versuch 10 und 11 der Boden wieder vollständig von Salz befreit und ausgewaschen war, wurde der Hauptversuch 12 gemacht, bei dem das Niveau im Zinkbehälter constant gehalten wurde und 125 Kilo Salz aufgelöst wurden. Nach einer Stunde war die Zunahme des Chlorgehaltes schon zu merken, nach 2^h deutlich, nach 3^h kräftig, aber erst nach 11^h maximal!

Dieses rasche Auftreten von etwas Kochsalz im Leitungswasser, obwohl der Boden vorher ausgewaschen war, drängte mir die Ueberzeugung auf, dass diese Kochsalzmengen unmöglich auf dem normalen Wege der Porenfiltration in die Tiefe gelangt sein könnten, sondern dass sie durch einzelne enge Risse, Spalten oder Löcher versickert sein müssten. Auf das gleiche Resultat führt die Ueberlegung, dass schon das Versickern von 1 cm Wasserhöhe im Zinkbehälter ausreichte, um merklich Kochsalz in das Leitungswasser zu bringen, denn 1 cm Wasser erfüllt nur etwa 3 cm tief alle Bodenporen mit Wasser und kann nach 1^h nur etwa 12 cm versickert sein, wenn wir selbst 2 Meter Druck annehmen.

Bei dieser Sachlage schien es nun dringend geboten, direct zu versuchen, ob Bacterien durch die deckenden Bodenschichten gehen.

Zu diesem Zwecke wurden vorerst im Laboratorium zur Orientirung und Erprobung der Methodik einige Versuche gemacht. Untersucht wurden 2 auf dem Gelände der Wasserversorgung weit verbreitete Bodensorten, erstens der Deckenlehm und zweitens ein grober Sand, der in weiten Gebieten darunter liegt.

Das Bodenmaterial wurde gewonnen an der auf Tafel IV als „Sandschacht“ bezeichneten Stelle, der Lehm hatte eine ganz analoge Beschaffenheit, wie er sie auch über der Wasserleitung darbot, der Sand war nach der Versicherung von Herrn Director *Lamb* die Sorte, die als die wichtigste wasserführende Schicht im Gebiet der Wasserleitung aufzufassen ist.

Eine Siebanalyse ergab:

	„Lehm“ von der Bedeckung des Sandschachts	Töpferlehm	Blauer Letten plastischer Thon	Sand aus dem „Sandschacht“
I. Gröber als 2.0 mm	0,25 %	6,3 %	0,7 %	10,0 %
II. „ „ 1,25 „	0,5 %	16,7 %	4,15 %	18,5 %
III. „ „ 0,65 „	3.75 %	25,1 %	35,5 %	48,0 %
IV. „ „ 0,5 „	2,25 %	3,3 %	7,5 %	8,5 %
V. „ „ 0,2 „	81,0 %	17,0 %	23,2 %	15.0 %
VI. Feiner „ 0,2 „	12,5 %	31.5 %	28,95 %	—
Die Portion V bestand vorwiegend aus feinem fast lehmfreien Sand, auch die Portion VI enthielt neben Lehm noch viel feinst. Sand.	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Der „Lehm" ist also sandiger Lehm, zum Vergleich analysirter „Häfnerlehm" und plastischer Thon enthielt bedeutend mehr feinste thonige Bestandtheile.

Der Sand ist als eine gute Mischung von Grobsand, Mittelsand und Feinsand im Sinne der Knoop'schen Definition zu bezeichnen.

Die Laboratoriumsversuche mit diesen Bodensorten wurden so angestellt, dass an sorgfältig gefüllte 2, 3, 5, 10 oder 20 m lange Röhren durch ein Kniestück ein senkrechtes Druckrohr angeschlossen wurde, das 2 m hoch mit Wasser gefüllt wurde. Man gab dann in das Druckrohr eine bestimmte durch Farbstoffbildung oder sonstige Eigenschaften gut characterisirte Bacterienart und bestimmte nun:

1. Mit welcher Geschwindigkeit das Wasser aus dem horizontalen Rohr ausfliesst.
2. Wann und wie reichlich die Bacterien aus dem Druckrohr am Ende des horizontalen Rohres ablaufen.

Die Details dieser mühsamen und langwierigen Versuche siehe im wissenschaftl. Anhang p. 99 — p. 102 und p. 108 — p. 110, das Hauptresultat ist folgendes:

Lehm. (Näheres pag. 99).

Versuch 13. Durch 3 Meter Lehm gehen stündlich 0,88 Liter, Filtrationsgeschwindigkeit 111 mm. Nach 34 h giengen vereinzelte Keime hindurch.

Versuch 14. Durch 10 Meter Lehm gehen stündlich 0,44—0,5 Liter, Filtrationsgeschwindigkeit 55 mm. Nach mehreren Tagen gieng kein Keim hindurch.

Versuch 15. Durch 10 Meter Lehm gehen stündlich 0,3—0,29 Liter, Filtrationsgeschwindigkeit 35 mm. In 9 Tagen gieng kein Keim hindurch.

Sand. (Näheres pag. 108).

Versuch 22. Durch 3 Meter Sand gehen stündlich 6,6 Liter, Filtrationsgeschwindigkeit 810 mm. Bacterien sofort (d. h. rascher als in 1 Stunde) reichlichst im Filtrat.

Versuch 23. Durch 5 Meter Sand gehen stündlich 6,0 Liter, Filtrationsgeschwindigkeit 759 mm. Nach 2 h waren noch keine Bacterien durch, wohl aber nach 2½ und 3 h reichlich.

Versuch 24. Durch 20 Meter Sand gehen stündlich 2—2,2 Liter, Filtrationsgeschwindigkeit 266 mm. Nach $9^1/_2{}^h$ waren noch keine Bacterien durch, von 10 Stunden ab erscheinen sie spärlich im Filtrat.

Die beiden Bodensorten waren in diesen Versuchen sehr fest eingefüllt, das Porenvolum betrug weniger als in zum Vergleich ausgestochenen gewachsenen Bodenproben:

So: Lehmboden gewachsen: Porenvolum 32,5 %
Lehmboden eingefüllt: Porenvolum 30,2 %
Sandboden gewachsen: Porenvolum 32,5 %
Sandboden eingefüllt: Porenvolum 26,6 und 23,0 %.

Näheres hierüber siehe im Wissenschaftlichen Anhang pag. 100 und pag. 108.

In Worten ausgedrückt heisst dies: Bei dichter Lagerung ohne Sprünge und Klüfte sind 3 Meter Lehm ein recht guter, 10 Meter unseres Lehms ein absolut sicherer Schutz gegen das Eindringen von Keimen. Sandschichten von 3 Meter filtriren bei der dichtesten Lagerung absolut ungenügend, 5 Meter leidlich, 20 Meter recht gut. 20 Meter Sand wirken etwa wie 3 Meter Lehm.

Nun war zu versuchen, ob sich im Gelände ein positives Resultat in Bezug auf das Durchgehen von Bacterien erhalten lasse. Dieser von Anfang an recht aussichtslose Versuch, hatte an Aussicht gewonnen, als ich festgestellt hatte, dass durch kürzere Lehm- und Sandschichten Bacterien durchgehen, selbst wenn der Boden so dicht wie möglich eingefüllt ist, dass ferner Anzeichen dafür sprechen, dass der Boden über der Wasserleitung nicht frei von Klüften ist. (Raschheit der Salzversickerung p. 96)

Der directe Versuch (Näheres siehe bei Versuch 16 im wissensch. Anhang p. 102) den Zinkcylinder über dem Schacht E 50 cm hoch mit Wasser zu füllen und Bacterium prodigiosum hineinzugeben, führte zu dem Resultat, dass schon nach $1^1/_2{}^h$ (wahrscheinlich schon früher) im Schacht D das gesuchte Bacterium ziemlich reichlich (bis 10 Keime in 1 cbcm) zu finden war und dass das Eindringen 6^h lang fortdauerte, worauf es aus nicht bekannten Gründen aufhörte. Es ist in diesem Versuch nicht näher bekannt, wiewiel Keime in dem Wasser im Zinkcylinder waren, also auch nicht anzugeben, ob ein grosser

oder kleiner Theil der einfliessenden Bacterien zurückgehalten wurden. Das rasche Eindringen spricht grade wie oben bei der Salzlösung (pag. 96) für das Vorhandensein von Klüften oder Spalten, durch die ein kleiner Theil rasch versickert.

Ein 2. Versuch (Wissensch. Anhang, Versuch 17, p. 103) galt der Frage, ob auch durch die Lehmschichten zwischen den Schächten, gleichweit von zweien entfernt, ein Eindringen möglich sei. Das Resultat des wie im vorhergehenden Versuch vorgenommenen Experiments war, dass nach $4^1/_4{}^h$ die ersten Bacterien im Filtrat erschienen. Dieselben waren nie sehr reichlich, 3—8 Kolonien in 1 cbcm, doch muss in Betracht gezogen werden, dass durch das Stück C B viel mehr reines Wasser fliesst als durch D B.

Der Versuch wurde (Versuch 18. Wissensch. Anhang, pag. 103) wiederholt und ergab, obwohl diesmal festgestellt wurde, dass 1 cbcm des aufgegossenen Wassers 200 000 Keime enthielt, nur 2—10 Keime in 1 cbcm Leitungswasser. Zum Durchdringen brauchten die Bacterien $3^1/_2{}^h$.

Alle diese Versuche lassen sich in den Satz zusammenfassen:

Der Deckenlehm gewährt weder theoretisch (nach dem Resultat im Laboratorium) noch practisch (Versuche im Gelände) einen vollkommenen Schutz gegen das Eindringen von Bacterien von oben. Immerhin war in allen Versuchen das Durchdringen ein recht bescheidenes, in der Nähe des Schachtes schien es etwas leichter und rascher als zwischen zwei Schächten zu gehen.

5. Die Theorie des ungenügenden Schutzes von der Seite.

Es bleibt nun die Frage der seitlichen Gefährdung des Leitungswassers zu untersuchen. Soweit ich das Gelände kenne [1]), fehlt eine Lehmlage nirgends, doch liegt sie, wie die bei der Aufnahme des Geländes 1890 erhaltenen Profile beweisen (hier nicht reproduciert) stellenweise recht dünn. Namentlich der an den Main angrenzende „Lehm"belag ist sehr bescheiden, 0,3—0,5 Meter ist oft die ganze Dicke!

Da derartige Lehmschichten keinen annähernd vollkommenen Schutz gewähren gegen das Eindringen von Bacterien, so ist es sehr wichtig, zu wissen, was denn unter diesem Lehm liegt

[1]) Wir haben uns grosse Mühe gegeben, das Gelände kennen zu lernen.

resp. inwieweit Bacterien, die durch den Lehm durchgedrungen sind, auf ihrem horizontalen Wege zum Sammelkanal etwa zurückgehalten werden können.

In dieser Beziehung sieht es nun allerdings recht schlecht aus. Von dem besten Material, das an irgend einer Stelle unter dem Lehm liegt, von dem gutgemischten, mittelfeinen Mainsand, haben wir gesehen, dass derselbe erst bei dichtester Lagerung und bei bedeutender Dicke, etwa von 20 m ab, einigermassen vollständig zurückhaltend auf Bacterien wirkt, viel schlechter, muss man annehmen, sollte es mit dem im Profil V z. B. angegebenen Kies und Kalksteingeschiebe mit Sand aussehen, hier ist eine halbwegs ausreichende Filtration nicht zu erwarten.

Versuche im Gelände sind angestellt zuerst im Profil IV, wo der Untergrund aus Sand besteht, hier wurde experimentirt, weil hier leicht nachweisbar die dünne, circa 35 cm dicke Humus- und Lehmschicht (unter der reiner Sand mit sandigem Lehm bis zur Tiefe von 1 m liegt) von Maulwurfsgängen und Weidenwurzeln vielfach durchbohrt ist, also dem unreinen Ueberschwemmungswasser Gelegenheit geboten ist, leicht in den nicht besonders gut filtrirenden Sand zu gelangen.

Während es hier nun in Versuch 20 (siehe Wissenschaftlicher Anhang pag. 106) leicht gelang ein, — allerdings spätes d. h. nach 46^h erfolgendes Durchdringen von Kochsalz nachzuweisen[1]), also das langsame Eindringen eines Mainwasserstroms in die Leitung zum erstenmal experimentell zu beweisen, gab der mühselige Versuch 25, ein Eindringen von Bacterien von diesem bis in den Sand gehenden Loch in unser Leitungswasser nachzuweisen, (Vergl. pag. 110) ein negatives Resultat. Das Wasser wird durch 32 m Sand so gut filtrirt, dass keine der zahllosen in's Loch eingebrachten Keime von Bacterium prodigiosum in die Leitung gelangten.

Mit begreiflicher Spannung machte ich darauf am 25.—27. VI. und 2. VII. zwei letzte Versuche 21 und 26 (pag. 111) im Gelände in Profil 5, wo der Untergrund von grobem Kies mit Sand untermischt gebildet wird. Ein Loch von 2½ m („Kiesschacht“ 20 m vom Sammelkanal zwischen H und J), durch derben Lehm getrieben, führte uns in eine sehr durchlässige, von

[1]) Die Geschwindigkeit betrug 0,66 m per Stunde. Im 20 m langen Versuchsrohr hatten wir nur 0,266 m Geschwindigkeit gehabt, also ein neuer Beweis, wie gut unser Versuchssand eingefüllt war.

einigen Sandbänkchen durchzogene Kiesschicht. $2^1/_2$ Sekundenliter Wasser versickerten hier sofort und anhaltend; hineingeworfenes Salz erschien schon von der 16. Stunde ab im Sammelkanal und trat etwas später sogar sehr reichlich auf[1]. Dennoch drangen in Versuch 26 die massenhaft in den Keimschacht geworfenen Bacterien nur so spärlich in den Sammelkanal ein, dass wir im Cubikcentimeter nur einmal ein ganz vereinzeltes Exemplar entdecken konnten.

Das heisst — die theoretische Möglichkeit des seitlichen Eindringens besteht fort, an den beiden Stellen aber, die ich genau untersuchte, ist nur ein sehr geringes Durchdringen von Bacterien nachweisbar gewesen.

Schlüsse aus den Thatsachen und Versuchsergebnissen.

Die eingehenden Experimente haben also folgende Ergebnisse geliefert, mit denen wir rechnen müssen:

1. Die Bacterien, die wir im Leitungswasser finden, stammen mindestens zum allergrössten Theil aus dem Main, nicht aus dem Boden.
2. Als Eintrittspforten sind bewiesen:
   a) Unter bestimmten Bedingungen — die aber beim letzten Hochwasser nicht verwirklicht waren — die nicht vollkommen schliessenden Schachtdeckel.
   b) Der Deckenlehm in der Umgebung der Schachtköpfe und zwischen denselben. (Vertikaler Eintritt).
   c) Der Deckenlehm in grösserer Entfernung vom Schacht und sodann der darunter liegende Sand. (Horizontaler Eintritt).

Oder: **Alle theoretisch möglichen Eintrittspforten kommen auch thatsächlich in Frage.**

Nun erwächst die schwierige Frage, welcher Weg ist der wichtigste? Vor allem haben wir jetzt nochmals die Zeit der Leitungswasserverunreinigung in's Auge zu fassen!

[1] Es sind hier 20 m in 16ʰ zurückgelegt, also pro Stunde 1.25 m, was eine sehr erhebliche Geschwindigkeit darstellt.

Bisher ist niemals eine erhebliche Erhöhung der Keimzahl beobachtet worden, ohne dass der Main die Schachtdeckel resp. die den Schacht schützende Lehmschicht überflutet hätte — eine Thatsache, die auf den ersten Blick ohne weiteres zu beweisen scheint, dass die Hauptverunreinigungen von oben kommen.

Im Einzelnen lagen in den bisher beobachteten Hochwässern die Verhältnisse wie folgt.[1])

Hochwasser vom 28. III. 95. Hier war ein starkes Eindringen durch die schlecht schliessenden alten Schachtdeckel nachträglich so leicht nachweisbar, dass die anderen Wege vorläufig gar nicht näher discutiert wurden. Das Mainwasser zeigte nur 20260 Bacterien, das Leitungswasser auch nur 1042[2]). Es wurde erst am ersten Ueberschwemmungstag (nicht vorher) bakteriologisch untersucht, und es fehlen Zahlen, die ein Licht darauf werfen, ob nicht schon vor der Ueberschwemmung eine Keimsteigung da war. Trotz mehrtägigen Hochwassers sank die Keimzahl rasch, leider fehlen vom 1.—5. IV. die Pegelbeobachtungen, die wegen des Hochwassers nicht angestellt werden konnten.

Hochwasser, vom 12. III. 1896. Die Schachtdeckel schienen zu schliessen, das Mainwasser zeigte 9000—5500 Keime, die höchste Bacterienzahl im Leitungswasser war 1830, die Ueberschwemmung war nur unbedeutend und vorübergehend. 10,26 ist der höchste mitgetheilte Pegelstand. Ein seitliches Eindringen der Bacterien erschien am plausibelsten, unter der Annahme, dass bei dem verstärkten Druck die Filterwirkung des Sandes unzureichend werde.

Beim Hochwasser am 4. II. 97 ist wie oben (p. 84) auseinandergesetzt, ein unzweifelhaftes, wenn auch bescheidenes Steigen der Keimzahl längere Zeit vor Ueberfluthung der Region der Schachtköpfe aufgetreten, die Keimzunahme war allerdings

---

1) Ein drohendes Hochwasser vom 21. III. 97, das wir auf Mittheilung von Herrn Director *Lamb* in der Nacht vom 21.—22. III. vergeblich erwarteten, das aber keinen höheren Mainstand als 9,38 m brachte, war ohne jeden Einfluss auf die Keimzahl.

2) Es ist nicht unmöglich, dass die Zahl ein oder zwei Tage vorher im Beginn des Hochwassers höher war, ich bekam den Untersuchungsauftrag am 28. III. 95.

bis 8 Uhr, wo die ersten Schachtdeckel überfluthet waren, eine langsame von 50 auf 330 resp. 450.

Damit ist dargethan, dass wie in dem Gutachten vom November 1896 schon wahrscheinlich gemacht war, mindestens ein Theil der Microorganismen seitwärts eindringt. Wir haben uns dies so zu denken, dass durch dünnere oder durchlöcherte Lehmschichten die Keime in die leicht durchlässige Sandschicht und damit relativ rasch und ohne viel Widerstand in's Leitungswasser gelangen, vielleicht findet dieses Eindringen an besonderen Stellen vorwiegend statt — wir vermochten nicht solche Stellen zu finden. Es fragt sich aber nun, ist wirklich das lawinenartige Anwachsen nach der Ueberfluthung der Schächte auf eine besonders starke Durchlässigkeit des aufgeschütteten Deckenlehms zurückzuführen oder — sind die hohen Zahlen nicht vielmehr dadurch bedingt, dass jetzt auch allmählig die von der Seite her zuströmenden Zuflüsse ankommen und zur Geltung gelangen. Ist es nicht vielleicht nur ein Zufall, dass zeitlich die Ueberfluthung und das rasche Anwachsen der Keimzahl zusammenstimmen?

Ich habe zu berechnen versucht, wieviel Keime in den Sammelkanal gehen, wenn ein 10 m breiter 800 m langer Streifen Sand also 8000 Quadratmeter über dem Sammelkanal mit stark bacterienhaltigem Wasser 50 cm hoch überschichtet wäre. Ich komme auf etwa 635 Keime pro Cubikcentimeter.[1])

Das heisst: die von mir constatirte Durchlässigkeit von oben genügt nicht, um die hohen Keimzahlen zu erklären.

Ganz ähnlich ist es, wenn wir prüfen, ob die von mir constatirte seitliche Durchlässigkeit eine Erklärung für die hohen Zahlen gibt. 20 m dicht gelagerter Sand filtrierten im Laboratoriumsversuch ziemlich vollständig die Keime ab, vom „Sandschacht“ aus gelangten keine und selbst vom „Kiesschacht“ nur ganz wenige Keime in den Sammelschacht. So gerne zugegeben werden mag, dass die geringe, anfängliche, langsame

[1]) Der Versuch 16 mit dem Zinkbehälter ergab etwa 6 Bacterien pro Cubikcentimeter, wenn Schacht E umgeben war, und bei D geschöpft wurde. Nun ist die Strecke F D nur 1/6,5 der ganzen Schachtlänge, also würde der ganze Schacht etwa pro Cubikcentimeter 1 Keim Verunreinigung erfahren durch den Zinkbehälter. Da aber der Boden des Zinkbehälters nur 12,6 m umfasste, würden die 8000 m 635 mal mehr, also etwa 635 Bacterien pro Cubikcentimeter liefern.



Keimzunahme bei Hochwasser auf etwas ungenügende Filtration zurückzuführen ist, so schwer ist das plötzliche und so früh einsetzende rapide Ansteigen der Keimzahl auf seitliche Zuflüsse zu beziehen.

Für das in den beiden früheren Hochwässern beobachtete Eindringen von 1—2000 Keimen geben die dies Jahr angestellten Versuche, wenn wir theils ein vertikales, theils ein horizontales Eindringen annehmen, eine befriedigende Erklärung. Solche Zahlen erklären sich durch einfaches Insufficientwerden der filtrirenden Kraft des Bodens bei stärkerem Druck resp. rascherer Filtration. Für die enormen Zahlen von 26000 Keimen reicht diese Erklärung nicht.

Leicht erklärt sich aber auch sie, wenn wir seitliche oder vertikale, gröbere Lücken, Durchlässe, Rinnsale annehmen, von denen aber unsere Untersuchungen nicht allzuviel zeigten. Einen absolut sicheren Entscheid, ob diese Zuflüsse mehr von oben oder mehr von der Seite stattfinden, kann ich bisher nicht treffen.

Immerhin glaube ich, aus folgenden Gründen das Eindringen von oben als das wichtigere bezeichnen zu dürfen.

1. Feine Klüfte und Spalten habe ich bei den Prüfungen des Deckenlehms mehrmals durch die Raschheit des Eindringens von Verunreinigungen nachgewiesen — sehr leicht möglich ist es, dass irgendwo auf der 800 m langen Strecke grössere Undichtigkeiten zu finden sind. Das seitliche Eindringen von Salz und Bacterien geschah dagegen mit grosser Langsamkeit und ohne Anzeichen von Spalten.[1])
2. Da aus dem Sammelschacht gar keine Spur von Sand ausgeräumt werden muss, ergiebt sich, dass aus dem Boden des Geländes kein feiner Sand ausgeschwemmt wird, dass also keine Gerinne entstehen, sondern dass Sand und Kies noch so liegen, wie sie bei der Construction des Canals lagen. Liegt der Sand aber dicht, so filtriren 20 m selbst bei 2 m Druck recht gut.

[1]) Nicht ganz ausschliessen kann ich den Einwand, dass, wenn wir vermocht hätten, das Wasser aus der Kiesschicht unter einem Druck von 2 Meter statt von 0,5 m in den Sammelkanal durchbrechen zu lassen, das Ergebniss doch bedeutent günstiger für ein seitliches Eindringen gewesen wäre.

3. Während das Mainwasser constant stieg, die Curve des Weicher- und Kälterwerdens des Leitungswassers sich auch einer Graden nähert, steigt die Keimzahl im Leitungswasser ganz plötzlich, von 8 Uhr Früh am 5. II. ab, das heisst, vom Moment der Schachtdeckelüberfluthung.
4. Es ist sehr schwer zu verstehen, wenn seitliche Zuflüsse vorwiegend Schuld sein sollten, warum denn niemals bei einem Wasserstand von unter 10 m 25 cm (der Schachtdeckelhöhencote) eine bacteriologische Wasserverunreinigung stattgehabt hat (resp. bisher constatirt ist).

Alles in allem schliesse ich, dass es höchst wahrscheinlich [1]) Zuflüsse von oben her waren, die an der grossen plötzlichen Wasserverunreinigung schuld waren.

V. Hochwasser und Mortalitität.

In Dresden war bei Elbhochwässern mehrfach eine Einwirkung auf die Erkrankungsziffer namentlich der Kinder an Magendarmkatarrh resp. Brechdurchfall beobachtet worden.

Für Würzburg habe ich mit Hülfe der von Herrn Bezirksarzt Dr. *Röder* freundlichst zur Verfügung gestellten officiellen Zählblättchen folgende Uebersicht ausgearbeitet.

Es erkrankten an Brechdurchfall insgesammt (alle Altersklassen):

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Bemerkungen.
1895													
Alte Leitung	2	2	2	4	25	44	70	80	50	24	8	6	+ 2 ohne Datum.
Neue Leitung	0	0	0	3	6	12	35	55	29	12	2	3	+ 3 ohne Datum.
1896													
Alte Leitung	9	8	4	10	15	33	43	21	20	11	10	5	
Neue Leitung	1	1	2	3	2	9	20	17	2	9	0	1	+ 1 ohne Datum.
1897													
Alte Leitung	9	35	11	12	—	—	—	—	—	—	—	—	
Neue Leitung	6	22	3	0	—	—	—	—	—	—	—	—	

Schon ohne jede weitere Interpretation der Zahlen sehen wir, dass während in den früheren Jahren die Hochwassermonate Februar, März, April namentlich im Gebiet der neuen Leitung besonders arm an Brechdurchfall waren, 1897 der Februar im

[1]) namentlich.

Gebiet der alten und neuen Leitung eine ganz auffallend hohe Zahl von Opfern forderte.

Scheinbar ist allerdings die alte Leitung stärker belastet, erwägt man aber, dass an die alte Leitung etwa 3 mal so viel Menschen angeschlossen sind, als an die neue, so ergiebt sich, dass den 35 Fällen der alten 66 Fälle der neuen gegenüberstehen.

In einem Monat, in dem sonst Brechdurchfälle minimal häufig sind, haben wir dieses Jahr im Gebiet der neuen wie der alten eine sehr hohe Erkrankungsziffer, doch erkrankten in der neuen Leitung relativ fast doppelt soviel. Es liegt nahe, hierfür das verunreinigte Leitungswasser anzuschuldigen und ich muss gestehen, dass ich diese Anschuldigung für gerechtfertigt halte.

Wie die relativ hohe Zahl im Gebiete der alten Wasserversorgung zu erklären ist, steht einstweilen dahin — besondere Untersuchungen haben zu ergeben, wie sich zur Zeit der Schneeschmelze und des Bachansteigens ihr Wasser verhält; wir haben am 13. Februar 97 einmal eine bacteriologische und chemische Untersuchung vorgenommen, die folgendes ergab: Das Wasser enthielt 1200 Keime im Pumpwerk geschöpft, während bisher stets 20—50 und weniger Keime gefunden worden waren.

Diese Pilzzahl kann sich dadurch erklären, dass man — was von der Wasserwerksdirection zugegeben wird, Wasser vom neuen Wasserwerk zum Hochreservoir der alten Leitung laufen liess[1], doch sind auch andere Erklärungen denkbar. Ueber diesen Punkt wären weitere Untersuchungen durchaus im Interesse der Stadt.

VI. Maassregeln zur Beseitigung der Schäden.

Da die Schachtdeckel eine stete Gefahr der Verunreinigung von oben darstellen, so empfehle ich, von den Schächten nur etwa 3 offen zu lassen, diese 3 Schachtköpfe aber bis über Hochwasser emporzuführen, d. h. etwa auf 12,5 Meter über Lokal Null resp. um ca. 2 Meter.

Die übrigen Schächte werden theilweise für immer verschlossen (vermauert), andere nur provisorisch verschraubt, um

[1]) Eine genauere Angabe, wieviel Wasser der neuen Leitung in das der alten strömte, habe ich nicht erhalten.

im Nothfall zu Versuchszwecken wieder geöffnet werden zu können.

Von der Ueberzeugung ausgehend, dass Undichtigkeiten in der Umgebung der Schächte an der Calamität schuld sind, empfiehlt sich eine Bedeckung eines 20 Meter breiten, 820 Meter langen Streifens — natürlich des g a n z e n Streifens, unter dem der Sammelschacht liegt — mit einer möglichst hohen undurchlässigen Schicht. Am meisten dürfte sich wohl ein Lehmwall, der im Inneren mit möglichst feinem Sand gefüllt ist, als Bedeckung empfehlen, etwa 2 Meter hoch, von trapezförmigem Querschnitt, unten 20, oben 10 Meter breit, mit Rasen bedeckt und später eventuell gärtnerisch bepflanzt.

Ehe aber dieser Bau, dessen Kosten von Herrn Director *Lamb* auf ca. 45000—50000 Mark geschätzt werden, aufgerichtet wird, möchte ich empfehlen, die durch Schlüsse gefundene, bisher noch nicht durch absolut überzeugende Experimente gestützte Lehre vom Eindringen der Bacterien von oben durch ein grosses Experiment zu prüfen. Es werden etwa 4 Schachtköpfe mit Kitt gut gedichtet und dann zusammen sammt der dazwischenliegenden Schachtstrecke durch einen 1 Meter dicken und hohen Lehmwall eingeschlossen. In den so gebildeten Lehmwall kommt nun Wasser 50 cm hoch und eine leicht nachweisbare harmlose Bacterienart in grosser Menge. Ist nun die Annahme des ungenügenden Deckenschutzes richtig, so muss diese Bacterienart bald und reichlich im Leitungswasser auftreten, denn auf einer so grossen Strecke müssen sich die supponierten Undichtigkeiten finden. Der Versuch dürfte einige hundert Mark sächlicher Kosten machen, doch ist alles Material, das bei demselben Verwendung findet, ohne weiteres brauchbar zu dem eigentlichen Damm. Giebt der Versuch aber ein negatives Resultat, so ist damit bewiesen, dass das Haupteindringen von Bacterien von der Seite stammt und es wird durch das Opfer einiger hundert Mark die unnöthige Ausgabe von 50000 vermieden sein.

Was allerdings in dem Falle geschehen kann, wenn durch den negativen Ausfall des vorgeschlagenen Versuches das Eindringen hauptsächlich von der Seite bewiesen würde, ist sehr schwer zu sagen. Ein Hochwasserdamm von der Heidingsfelder Brücke bis weit hinunter würde natürlich in weit vollkommenerer Weise als der von mir vorgeschlagene Wall das ganze Gelände vor Oberflächenwasser und vor durch den Deckenlehm eingedrungenem

und sich dann unterirdisch fortpflanzendem Wasser schützen, aber er würde nicht verhindern, dass direct aus dem Mainbett unterirdisch Wasser zufliesst. Wollte man das, so müsste man das linke Mainufer auf eine ziemlich weite Strecke undurchlässig mit Cementmauerwerk oder dergl. bekleiden, das hielte das Schmutzwasser zur Zeit von Hochwasser ab — aber auch das reine Wasser zur Zeit von Niederwasser und gewöhnlichem Wasserstand. So sehr wir das erstere wünschen, so wenig könnten wir das letztere befürworten, wenn wir die Wasserwerksanlage nicht um 50 % und mehr in ihrer Ergiebigkeit stören wollten.

VII. Wissenschaftlicher Anhang.

I. Versuche über die Schlussfähigkeit der Schachtdeckel mit chemischen Methoden.

Versuch 1.

Am 7. III. 97 wurde ein 2 m im Durchmesser haltender Zinkcylinder 60 cm weit um den Schacht E eingegraben und 80 cm hoch mit Salzwasser gefüllt. Am 9. III. wurde der Schachtdeckel und die Seitenwände aussen gut mit Giesskanne, Schwämmen und Putzwolle gereinigt und trocken gerieben und nun geöffnet. Es schien im Inneren des Schachtes Atmosphärendruck zu herrschen.

Der Deckel zeigt an seiner Unterseite ziemlich viel grosse Tropfen Condenswasser, in dem sich — wie zu erwarten — kein Salz fand. — In gleicher Ausdehnung wie die Gummidichtung am Schachtkopf reicht, befindet sich am Schachtdeckel eine dünne adhaerirende Gummischicht, die jedoch an zwei Stellen einmal an der Charnierseite und zweitens an der Ecke gegen das Wasserhaus unterbrochen ist. Hier ist das Eisen blank und nass. Innerhalb der Gummidichtung des Schachtkopfes steht ringsherum circa 2 cm breit Wasser, das einen sehr starken Kochsalzgehalt aufwies, d. h. mit chlorfreier Watte sorgsamst abgetupft und in ein Reagensglas ausgedrückt lieferte dasselbe einen dicken käsigen Niederschlag mit Silbernitrat und Salpetersäure. Auch beim Abwischen der Schachtwandungen mit einem grösseren Wattebausch ergab sich eine allerdings schwächere Kochsalzreaction.

Die bei diesem Versuche anwesenden 2 Vertreter des unterzeichneten Sachverständigen sowohl wie Maschinist *Manger* und seine Arbeiter waren vollkommen überzeugt, dass absolut sicher das Eindringen von Salzwasser nachgewiesen sei.

Eine Bemängelung dieses Versuchsresultats mit dem Hinweis darauf, dass der unbefriedigende Schluss des Deckels von dem häufigen Aufmachen desselben herkomme, ist mit dem Hinweis darauf zu beantworten, dass schon am 7. II. ein Herausblasen von Luft aus diesem Schacht gesehen wurde — also Undichtigkeit constatirt ist.

Versuch 2—4.

Die Wichtigkeit der Frage veranlasste mich, auch andere Schachtdeckel einer Prüfung zu unterziehen. Und zwar wurde hierfür die Methode insofern abgeändert, dass statt des schwer beweglichen grossen Zinkcylinders von 2 m Durchmesser nur ein kleinerer viereckiger Zinkkasten (1 m Durchmesser) verwendet wurde. Derselbe, auf das Cementmauerwerk aufgepasst, wurde, so gut es ging, mit Brettern und Lettenrollen in Leinwand gedichtet, was niemals so tadellos gelang, dass man aus dem Sinken des Salzwassers einen Massstab für die Menge des Eindringens des Wassers hätte gewinnen können.

Das starke Salzwasser (16 Kilo Salz auf 300 Liter Wasser) stand stets 5—15 ^{h} über dem Deckel, dann wurde der Zinkkasten entfernt und mit dem Hydrant Deckel und Schachtkopf gründlichst abgespült und hierauf mit Putzwolle gut getrocknet.

Schacht D. (16. IV. 97). Versuch 2. Das Oeffnen des Schachtdeckels war nicht mit einem Einsaugen von Luft verbunden. Der Gummi auf der Strassenseite ist feucht, und an der Wand gegen die Strasse, besonders in der Ecke gegen das Wasserhaus, sind Kochsalzlösungsstreifen sichtbar. Dass dies keine beim Oeffnen des Deckels erst eingedrungene Wasserstreifen waren, geht ausser ihrem Kochsalzgehalt daraus hervor, dass sie einen breit verwaschenen Rand hatten, wie er erst in längerer Zeit entsteht.

Schacht B. (15. IV. 97). Versuch 3. Beim Oeffnen des Deckels leichtes Einsaugen von Luft, der Gummi ist ziemlich hart und federt kaum mehr. Innerhalb der Gummidichtung der Schachtkrone stand Salzwasser in der Gegend der Verschlussschraube. Dasselbe war in verwaschenen (älteren) Streifen an der entsprechenden Wand hinabgelaufen. Die übrigen Schachtwände waren trocken oder hier und da mit Tropfen Condenswasser bedeckt.

Schacht A. (16. IV. 97). Versuch 4. In diesem Fall war nach dem Abspülen und Trocknen des Schachtkopfs von aussen auch noch mit Watte und Spatel die Ritze zwischen Schachtkopf

und Deckel von aussen auf das sorgsamste trocken gerieben worden, um jede Einrede, die Kochsalzlösung komme erst nach dem Oeffnen des Schachtdeckels hinein, zu beseitigen. Beim Oeffnen des Deckels fand diesmal ein geringes kurzes Lufteinsaugen statt, die Wand an der Seite der Verschlussschraube war durch verwaschen begrenzte Kochsalzstreifen nass, die anderen Wände trocken.

Schacht G wurde nicht zu Versuchen benützt. weil ein Charnier zerbrochen ist, was von vorn herein Verdacht erweckt.

Schacht H. (16. IV. 97) Versuch 4 a. Cautelen dieselben peinlichen wie bei Schacht A. Hier wurde zum erstenmal beim Lüften der Schraube ein langes, zischendes, sausendes Eindringen von Luft gehört. Der Gummi war weich und federnd und innerhalb des Gummirandes war — wie unter diesen Umständen zu erwarten war — absolut kein Salzwasser zu finden. Dagegen waren alle 4 Wände des Schachts, besonders die gegen den Main zu, auffallend nass bis herunter. Da die anderen Schächte viel trockener, meist nur an einer Wand feucht gewesen waren, war es sehr interessant, ob dies eingedrungenes Salzwasser sei — was die Untersuchung aufs ausgesprochenste ergab. Bei näherer Untersuchung zeigte sich, dass hier Salzwasser nicht zwischen Gummi und Deckel, sondern zwischen dem Mauerwerk und dem Eisen des Schachtkopfes eingedrungen war und zwar offenbar mehr als in irgend einem der anderen Versuche.

II. Versuch über die Ausschwemmbarkeit von Bodenbacterien durch keimarmes Wasser.

Versuch 5. (11. VI. 97.)

Am 11. VI. 97 wurde der zwischen C und B 80 cm tief eingegrabene 3 m von B entfernte Zinkschacht[1]) mit reinem Leitungswasser zu einer Höhe von 50 cm gefüllt und den ganzen Tag bis abends 8^h auf dieser Höhe gehalten. Es floss beständig Wasser zu und zwar 32 Liter in 30 Sekunden. Das zufliessende Wasser versickerte fast völlig, denn das Wasser war im Zinkschacht von 11^h vorm. bis 8^h abends nur um 5 cm gestiegen. Bevor der Zinkschacht mit Wasser gefüllt wurde, wurden aus dem Schacht B und dem Hahn im Wasserhaus Platten gegossen. Während des Tages wurden allstündlich Proben aus Schacht B entnommen, die Schachtöffnung wurde bedeckt gehalten, der

[1]) In dem am 3. IV. (Vers. 17) massenhaft Bact. prodigiosum versickert war.

Schöpfapparat stets wieder gekocht. (Von mir selbst die Proben geschöpft und sofort im Wasserhaus die Platten gegossen.) Gezählt wurde am 13. und 14. VI.

Resultate:

Uhr	cbcm	Gelatine Schacht B	Stärke-agar Schacht B	Gelatine Hahn im Wasserhaus	Stärke-agar Hahn im Wasserhaus
11	1,0	10	8	8	8
	0,5	6	—	4	—
	0,1	3	—	2	—
12	1,0	5	6	—	—
	0,5	2	—	—	—
	0,1	2	—	—	—
1	1,0	6	8	—	—
	0,5	3	—	—	—
	0,1	2	—	—	—
2	1,0	10 + 3 Prodig.	8	—	—
	0,5	5 + 2 „	—	—	—
	0,1	2 + 1 „	—	—	—
3	1,0	8	10	—	—
	0,5	4	—	—	—
	0,1	1	—	—	—
4	1,0	9	10	—	—
	0,5	5	—	—	—
	0,1	3	—	—	—
5	1,0	6 + 2 Prodig.	9	—	—
	0,5	3 + 1 „	—	—	—
	0,1	1	—	—	—
6	1,0	8	—	8	—
	0,5	4	—	4	—
	0,1	2	—	1	—
7	1,0	6	—	—	—
	0,5	3	—	—	—
	0,1	1	—	—	—
8	1,0	9	—	—	—
	0,5	4	—	—	—
	0,1	1	—	—	—

Es werden also wohl einzelne im Boden befindliche Keime (hier Keime von Bacterium prodigiosum) ausgeschwemmt, aber die Keimzahl nicht merklich vermehrt.

III. Versuche über die Durchlässigkeit des Deckenlehms im Gebiete des Wasserversorgungsgebietes.

A. Versuche über Wasserdurchlässigkeit.

Versuch 6.

Es wurde im Profil III etwa 20 Meter entfernt von Schacht C der Mergentheimerstrasse zu an dem in Tafel III mit ▭ I bezeichneten Stelle ein 80 cm tiefes Loch durch den dünnen Humus in den Deckenlehm hineingegraben. Alle Wandungen bestehen aus Lehm. Nach den vorhandenen Profilen dürfte die Lehmschicht an dieser Stelle unter der Sohle noch ca. 1—2 m dick sein. In diese Grube wird 40 cm hoch Wasser gefüllt.

Datum	Zeit	Wasserstand
23. II.	5^{10} p. m.	40 cm
	6^{20} „ „	37
	8^{05} „ „	33,5
	10 „ „	31,5
	12 „ „	29,5
2 . II.	2 a. „	27,0
	4 „ „	25,5
	6 „ „	24,2
	8 „ „	23
	10 „ „	22
	12 „ „	20,5
	2 „ „	19,5
Hierauf wieder aufgefüllt auf 35 cm:		
24. II.	6 p. m.	35
	8 „ „	32,5
	10 „ „	30
25. II.	6 a. „	24
	8 „ „	22,5
	10 „ „	20,5
	12 „ „	19,5
	2 „ „	18,5

	am 1. Tag	am 2. Tag
Bei einem Druck von 35 cm versickern in 1 St.	2,0 cm	1,25 cm
20 „ „ „ 1 „	0,5	0,5

Versuch 7.

Einige Tage später wurde der gleiche (erste) Schacht vertieft auf 1,2 m, Wandung und Boden Lehm.

Gefüllt mit 41 cm Wasser

Datum	Zeit	Wasserstand
16. III.	5 p. m.	41
	6 „	34
	7 „	30
	8 „	27,5
	9 „	25,5
	10 „	23,5
	11 „	22
	12 „	20
17. III.	2 a. m.	17,5
	4 „	15
	7 „	12
	10 „	9
	1 „	7
	4 „	4,5

Der gleiche Schacht:

Datum	Zeit	Wasserstand
18. III.	7 a. m.	35
	9 „	32
	11 „	30
	2 p. m.	26,5
	5 „	24
19. III.	6 a. m.	—

Am 16. bei einem Druck von 32 cm in 1 St.	4 cm
„ 18. „ „ „ „ 32 „ „ 1 „	1,25 „
„ 17. „ „ „ „ 20 „ „ 1 „	1,25 „
„ 18. „ „ „ „ 25 „ „ 1 „	0,85 „

D. h. in einer Tiefe von 1.2 m ist der Boden schon wesentlich durchlässiger.

B. Versuche über die Durchlässigkeit für Salzlösungen.

Versuch 8.

Am 8. März 97 wurde der Schacht E mit einem 4 Meter im Durchmesser haltenden Zinkcylinder (der 80 cm tief eingegraben war) umgeben, der Schachtdeckel nicht besonders verkittet und 50 cm hoch mit Wasser gefüllt, in dem 100 Kilo Viehsalz gelöst wurden, sodass in 100 cbcm Wasser 1,5 g Chlornatrium enthalten sind. —

Untersucht wird das aus Schacht D in 60 m Entfernung geschöpfte Wasser, die Pumpen arbeiten Tag und Nacht.

Datum	Uhr	Gehalt an Chlor in Milligramm, in 100 cbcm Wasser.				Pegel des Zink-schachts in cm	Also pro Stunde versichert m
		Schacht D	Heidingsf. Schacht L	Leitungswasser im Wasserhaus.	Main		
8. III. 97	4^{45} p. m.	1.1	—	1.1	0.8	47	—
"	5^{50} "	—	—	—	—	41	16
"	6^{50} "	—	—	—	—	36	5
"	7^{55} "	—	—	—	—	32	4
"	9 "	2.9	—	1.1	—	27.5	4.5
"	11 "	2.7	1.1	1.3	—	21	3.25
9. III. 97	12 "	—	1.0	—	—	18	3
"	1 a. m.	3.5	1.1	1.3	—	15	3
"	3 "	2.5	1.1	—	—	10	2.5
"	5 "	2.5	1.1	—	—	5	2.5
"	7 "	2.0	1.1	—	—	2	1.5
"	9 "	2.0	1.1	—	—	—	—
"	10 "	1.8	1.0	—	—	—	—
"	11 "	1 6	1.1	—	—	—	—
"	12 "	1.5	1.1	—	—	—	—
"	1 "	1.4	1.1	—	—	—	—
"	2 "	1.3	1.1	—	—	—	—
"	3 "	1.3	1.1	—	—	—	—
"	4 "	1.3	1.1	—	—	—	—
"	$5^1/_2$ "	1.3	1.1	1.0	—	—	—

Versuch 9.

Am 10. III. Vormittags $7^1/_2$ wurde der leere Zinkschacht wieder 0,5 m hoch mit Wasser gefüllt, und aus dem nächs

liegenden Schacht D Proben entnommen. Deckel noch nicht verkittet.

Zeit	100 cbcm Wasser = mgr Cl.	Pegelstand in cm	Versickerung per Stunde
8 a. m.	—	50 cm	—
9 „	1,3 mg	44 „	6 cm
11 „	1,6 „	36 „	4 „
12 „	1,7 „	32,5 „	3,5 „
1 „	2,0 „	29.5 „	3 „
2 „	2,0 „	26 „	3,5 „
3 „	1,9 „	23 „	3 „
4 „	1.7 „	21 „	2 „
5 „	1.6 „	18,5 „	2,5 „
6 „	1,6 „	16 „	2.5 „
7 „	1,6 „	13,5 „	2,5 „

Versuch 10 und 11.

Um den Boden von dem eingeschwemmten Kochsalz zu befreien, werden in den Zinkmantel um den Schacht E noch zweimal am 12. III. und am 15. III. 50 cm Wasser eingefüllt und seine Versickerung beobachtet.

Datum	Uhr	Schacht D mg Chlor in 100	Pegel des Zinkschachts in cbcm	Pro Stunde versickert
Nr. 10				
12. III.	6 a. m.	—	50	—
„	10 „	—	—	—
„	11[20] „	—	22,5	—
„	12 „	1,3	20	2,5
„	1 p. m.	1,5	17,5	2,5
„	2 „	1,4	14,5	3
„	3 „	1,2	12,5	2
„	4 „	1,2	10	2,5
„	5 „	1,3	8	2
Nr. 11				
15. III.	8[25] a. m	—	54	—
„	10 „	—	50	2
„	11 „	—	48	2
„	12 „	—	45,5	1,5
„	1 p. m.	1,2	43,5	2
„	2 „	1,2	41,5	2
„	3 „	1,3	39,5	2
„	4 „	1,2	37,5	2
„	5 „	1,3	36	1,5
„	6 „	1,2	34,5	1,5

Versuch 12.

Nachdem der Boden im Bereich des Schachtes E wieder von Kochsalz befreit ist, werden wieder 5 Centner Kochsalz in den Zinkschacht gebracht und 50 cm hoch Wasser eingefüllt. Vorher wird aber der Schachtdeckel E mit Glaserkitt auf das sorgfältigste verkittet, sodass alles eindringende Kochsalz das Erdreich passieren muss. Der Wasserstand wurde zu den durch Unterstreichen angezeichneten Zeiten ergänzt auf die unterstrichene Pegelhöhe. Probenschöpfung in D.

Datum	Zeit	Chlor-Holzschacht in 100 cbcm	Chlor im Wasserhaus in 100 cbcm	Pegel im Zinkschacht in cm
16. III.	6^{30} a. m.	1,1 mg.	—	52
„	7^{30} „	1,2 „	—	50
„	8^{30} „	1,3 „	—	48,5
„	9^{30} „	1,6 „	—	47
„	10^{30} „	1,8 „	—	45,5
„	11^{30} „	1,8 „	—	44,5
„	12^{30} „	1,9 „	—	43
„	1^{30} „	2,0 „	—	55
„	2^{30} „	2,0 „	—	53
„	3^{30} „	—	—	51,5
„	4^{30} „	2,0 „	—	50
„	6^{30} „	1,8 „	1,1	47,5
„	7^{30} „	2,2 „	—	46,5
„	8^{30} „	1,8 „	—	45,5
„	9^{30} „	1,6 „	—	44
„	10^{3} „	2,2 „	—	43
„	11^{30} „	2,2 „	—	42
17. III.	12^{30} „	2,0 „	—	41
„	1 „	—	1,1	—
„	1^{30} „	2,1 „	—	40
„	2^{30} „	2,3 „	—	39
„	3^{30} „	2,0 „	—	38
„	4^{30} „	2,0 „	—	37
„	5^{30} „	2,1 „	—	36
„	6^{30} „	2,2 „	—	35
„	7^{30} „	2,2 „	—	34
„	8^{30} „	2,1 „	—	33
„	9^{30} „	2,3 „	—	32
„	10^{30} „	2,3 „	—	31
„	11^{10} „	—	—	—
„	11^{30} „	2,2 „	—	50
„	12^{30} „	2,3 „	—	48,8
	1^{30} „	2,2 „	—	47,4

Datum	Zeit	Chlor-Holzschacht in 100 cbcm	Chlor im Wasserhaus in 100 cbcm	Pegel im Zinkschacht in cm
17. III.	2^{30} a. m.	2,2 mg.	—	46
„	3^{30} „	2,1 „	—	—
„	4^{15} „	—	—	50.5
„	4^{30} „	2,2 „	—	—
„	5^{30} „	2,1 „	—	49.2
18. III.	7 „	1.9 „	—	35
„	9 „	2,3 „	—	32
„	11 „	3,0 „	—	30
„	2 p. m.	3,0 „	—	27
„	5 „	2,5 „	—	24
19. III.	8 a. m.	2,2 „	—	—
„	12 „	2,4 „	—	—
„	5 p. m	2.0 „	—	—
20. III.	8 a. m.	1.3 „	—	—
„	12 „	1,5 „	—	—
„	4 p. m.	1,4 „	—	—
21. III.	7^{30} a. m.	1,2 „	—	—
„	11^{30} „	1,4 „	—	—
„	2^{30} „	1,3 „	—	—
„	5 p. m.	1,3 „	—	—
22. III.	—	—	—	—
23. III.	12 „	1,3 „	—	—
„	5	1,2 „	—	—

C. Laboratoriumsversuche über die Durchlässigkeit des deckenden Lehms über dem Sammelkanal für Bacterien.

Es wurde — nach einem vergeblichen Versuch, aus Weissblechröhren einen Apparat aufzubauen — aus Zinkblechröhren folgende Construction aufgestellt.

Ein 10 cm weites Zinkblechrohr wurde auf das dichteste mit Lehm aus dem Gebiete des Wasserwerks gefüllt. Die Füllung geschah so, dass die Röhren in Stücken von 2–5 m Länge senkrecht gestellt und mit dem vorher fein zeriebenen Lehm unter fortwährendem Beklopfen der Seitenwände langsam und so dicht als irgend möglich gefüllt wurden. Häufig wurde auch das Rohr aufgestaucht und schliesslich oben Wasser auffliessen lassen, wodurch nochmals ein geringes Zusammensinken des Füllmaterials bewirkt wurde.

Danach wurden die gefüllten Röhren nach Bedarf zusammengelöthet, wobei stets aus der einen Röhre etwa $1\frac{1}{2}$ — 2 cm weit

Lehm herausgenommen und dann das nächste Rohrstück eingeschoben wurde. — Dieses Füllen und Zusammensetzen der Röhren war, namentlich wenn es sich um lange Röhren handelte, eine sehr zeitraubende und mühsame Arbeit. An das eine Ende der gefüllten Röhre wurde nun ein rechtwinkeliger Aufsatz A—C angelöthet, dasselbe 2 m hoch mit Wasser gefüllt und nun bestimmt:

1. Die Menge des durchgehenden Wassers, woraus sich die Filtrationsgeschwindigkeit berechnet.
2. Nachdem einige Zeit Wasser durchgegangen war, die Durchlässigkeit der Sandschicht für in das Druckrohr eingegossene Bacterien.

Die letztere Untersuchung wurde so ausgeführt, dass alle 1—2 Stunden 2—3 Platten gegossen und nach 2—4 tägigem Wachsthum auf das Auftreten der in das Druckrohr hineingegebenen Arten untersucht wurden. Von Bacterienarten kamen verschiedene in Anwendung, besonders häufig Bacterium prodigiosum, das auf stärkehaltigem Agar gezüchtet, durch seine rothe Farbe sich scharf von den Wasser- und Bodenbacterien abhob. Anderemale kam der im Lehm nur sehr spärlich auftretende Bacillus mycoides zur Verwendung, einmal Bacterium Zopfii.

Nach der Beendigung der Versuche liess ich mehrfach die aufgestellten Röhren wieder zersägen und bestimmte darin das Porenvolum des Bodens, um mich zu überzeugen, dass es gelungen sei, den Boden so dicht, wie er in der Natur gelagert ist, einzufüllen.

So bestimmte ich z. B. in einem vorher möglichst mit Wasser gefüllten Rohr:

In einem 94,5 cm langen Rohrstück von 10 cm Durchmesser
befand sich 13,635 Kilo Lehm und Wasser
davon war 11,490 „ trockener Lehm

Also: 2,145 Kilo Wasser, welches 2,145 Liter Poren ausfüllte.

Da das Volum des Rohrstücks 7,100 Liter betrug, so brachte das Porenvolum aus

$$2{,}145 : 7{,}100 = x : 100$$

$x = 30{,}2\,\%$.

Zum Vergleich wurde das Porenvolum in einem, im Terrain der Wasserleitung ausgestochenen, 35 cm hohen, gewachsenen

Lehmcylinder — und zwar von einer Stelle, wo nicht aufgegraben worden war, bestimmt und 32,5% gefunden.

Es ist also gelungen, den Lehm in das Rohr sogar noch um ein weniges dichter einzufüllen, als er in der Natur gelagert ist, was beweist, dass in der Natur der gewachsene Lehm sicher nicht besser filtrirt als unsere Filterröhren.

Versuch 13.

Rohr von 3 m Länge (14. V. 97.)

Tadellos mit Lehm gefüllt.[1]) Das Wasser floss nur tropfenweise ab. Am 12. V. Abends 6 Uhr kam massenhaft Bacterium prodigiosum in's Steigrohr. Vom 13. V. Früh 10^h wurden alle 2 Stunden Platten (in Summa 24 Stück mit Stärkeagar gegossen.

Am 13. V. Abends enthielt das Filtrat noch kein Bacterium prodigiosum, erst am Abend des 14. V. traten vereinzelte Keime auf, die auch am 15. V. noch beobachtet wurden. Es gehen also durch 3 m dicht angefüllten Lehm nur vereinzelte Keime langsam durch.

In der Stunde gingen 0,88 Liter durch.

Filtrationsgeschwindigkeit 111 mm pro Stunde.

Versuch 14.

Rohr von 10 m Länge.

Dies war zeitlich der erste Versuch, der gemacht wurde, es wurde 4 Tage daran herumprobiert (18. — 21. II.), bis wir einsahen, dass die Füllung noch nicht genügend fest sei.

Am 22. II. wurde das Rohr nochmals auseinandergenommen und unter den oben beschriebenen Cautelen nun tadellos gefüllt.

Es tropft nun bei 2 m Druck das Wasser ab und zwar:

Alle Stunde 0,44 — 0,5 Liter (Viele Bestimmungen).

Am 24. III. 97 wurden in das Steigrohr soviel Prodigiosum-Individuen eingegossen, dass 1 cbcm Wasser im Steigrohr 8 Millionen Prodigiosumkeime enthielt. Am 1. IV. enthielt das Steigrohr noch reichlich Bacterium prodigiosum. Bis zum 8. IV. 97 d. h. 15 Tage lang werden täglich Platten gegossen, im ganzen

[1]) Ein erster gleichartiger Versuch (4. V. 97) war durch ungenügende Aufmerksamkeit gescheitert, es hatte sich eine Rinne zwischen Rohrwand und Lehm gebildet, durch die Wasser und Bacterium prodigiosum in Massen ausfloss, schon als nach 1 Stunde Platten gegossen wurden, enthielten sie massenhaft die Prodigiosumkeime.

64 Platten — auf keiner kommt Bacterium prodigiosum zur Entwickelung.

Also garantirt eine Lehmschicht von 10m und eine Filtrationsgeschwindigkeit von 63 mm per Stunde durch Lehm sichere Filtration.

Versuch 15.

Rohr von 10 m Länge.

Mit dem gleichen Lehmrohr, das zu Versuch 14 gedient, wurde vom 8.—17. 4. 97 d. h. 9 Tage lang unter Verwendung von Bacillus mycoides und Bacterium Zopfii abermals ein Filtrationsversuch gemacht, welcher trotz Anlegens von 26 Platten ein vollkommen negatives Resultat resp. eine tadellose Filterwirkung ergab. Bevor das Wasser mit der neuen Bacterienart in's Steigrohr gegossen wurde, war die Oberfläche der Sandschicht abgekratzt worden, um zu verhindern, dass eine inzwischen abgelagerte gut filtrirende Schlammschicht das Ergebniss trübe. Die Filtration betrug im Anfang 8, sank dann auf 7½ und schliesslich auf 7 Liter in 24 Stunden d. h.:

0,3 — 0,29 Liter per Stunde.

D. Versuche im Gelände über die Durchlässigkeit des Deckenlehms für Bacterien.

Versuch 16. (19. V. 97.)

Es wurde in den mehrfach beschriebenen, 4 m weiten Zinkmantel, der um den verkitteten Schachtkopf E aufgerichtet war, ½ m hoch Wasser und 20 Liter einer sehr starken Aufschwemmung von Bacterium prodigiosum gegeben, der Schacht mit Brettern bedeckt und das Wasser durch Nachfüllen auf 50 cm erhalten. Es wurde in der Nacht vom 19. auf den 20. durchgepumpt.

19. V. 10 Uhr Früh.	Bacterium prodigiosum in den Zinkmantel gegossen.
11^{30} „ Mittags	Erste Platten aus Schacht D gegossen: Culturen von Bacterium prodigiosum auf der einen Platte 8 auf der anderen 12 in 1 cbcm.
12^{30} „ „	10 u. 7 Bact. prodig.-Colonien in 1 cbcm.
1^{30} „ Nachm.	2 u. 3 „ „ „ „ „ „
2^{30} „ „	2 u. 3 „ „ „ „ „ „
3^{30} „ „	3 u. 7 „ „ „ „ „ „

4^{30} Uhr Nachm.	6 u. 5	Bact. prodig.-Colonien in 1 cbcm.
5^{30} „ „	0 u. 4	„ „ „ „ „ „
6^{30} „ „	0 u. 0	„ „ „ „ „ „
7^{30} „ „	0 u. 0	„ „ „ „ „ „
8^{30} „ „	0 u. 0	„ „ „ „ „ „
9^{30} „ „	0 u. 0	„ „ „ „ „ „
10^{30} „ „	1 u. 0	„ „ „ „ „ „

Bis Morgens 9^{30h} werden allstündlich Proben geschöpft und Platten gegossen, dieselben enthalten nur ganz spärliche Bacterium prodigiosum, meist keine.

20. V. 9^{30} Uhr Früh werden 10 Liter mit Bacillus mycoides eingegossen in den Zinkmantel.
10^{30} „ „ Reichlich Bacillus mycoides im Wasser von Schacht D — etwa 20 Kolonien.
11^{30} u. 12^{30h} „ schon viel weniger.

12^{30h} — 5^{30h} Abends werden alle Stunden Platten gegossen, dieselben zeigen nur mehr wenige Kolonien von Bacillus mycoides, wie sie auch etwa sonst im Leitungswasser vorkommen.

Versuch 17. (3. VI. 97).

Der Zinkmantel wurde ausgegraben und neu 80 cm tief eingegraben, zwischen den Schacht C und B, 3 Meter vom Schacht B entfernt, wobei der ausgehobene Bodenring sorgfältig eingestampft wurde. Die Proben wurden dem Schacht B entnommen. In den Zinkmantel kam 50 cm hoch Wasser, das so hoch gehalten wurde, und die abgekratzte, im Wasser suspendirte Bacterienmasse von 80 Kartoffelkulturen — Die Nacht vom 3. auf den 4. Juni wurde durchgepumpt.

3. VI. 97. 10^{45} Uhr Bacterien in den Zinkmantel gegossen.
1 „ Mittag. Kein Prodigiosum.
2 „ „ „ „
3 „ „ je 3 Kolonien pro Platte.

Die von hier ab alle 1 — 2^h (im ganzen 34) bis 5. VI. 10^{30} Uhr Früh gegossenen Platten enthalten alle 3 — 8 Stück Bacterium prodigiosum in 1 cbcm. Also waren nach 4^h etwa die aufgegossenen Bacterien theilweise im Filtrat.

Versuch 18. (25. VI. 97).

Am 25. VI. 97 früh 10^h wurde der alte Zinkschacht zwischen Schacht C und B, 3 m von B entfernt, mit Wasser

in einer Höhe von 50 cm gefüllt. Um 11 h kamen 30 Liter Prodigiosumkulturen in den Schacht. In diesen 30 Litern waren 1200 Milliarden Prodigiosumkeime enthalten.

Das Wasser wurde constant auf 50 cm Höhe gehalten. Von 10h ab wurden allstündlich Stärkeagarplatten gegossen.

Um $^1/_2 2^h$ und 6^h abends wurden aus dem Zinkschacht selbst Stärkeagarplatten gegossen und zwar 1 cbcm auf 100 verdünnt.

Da der Inhalt des Zinkschachtes 6 cbm beträgt, so treffen theoretisch auf den Kubikcentimeter 200,000 Keime.

Resultate:

Datum	Zeit	Gezählte Prodigiosum-culturen	Also Prodigiosum im Cubikcm.
25. VI.	11 a. m.	—	0
"	12^{30} "	—	0
"	1^{30} "	—	0
"	2^{30} "	—	2–3
"	3^{30} "	—	0
"	4^{30} "	—	0
"	5^{30} "	—	0
"	6^{30} "	in 0,5 = 1	2
"	7^{30} "	in 0,1 = 1	10
"	8^{30} "	in 0,1 = 1	10
"	12 nachts	—	0
26. VI.	6 a. m.	in 0,1 = 1	10
"	8 "		0
"	10^{30} "	—	0

Das heisst: es gelangen nur vereinzelte Keime etwa 1 auf 20000 des unreinen Wassers in's Reinwasser.

IV. Versuch über die Durchlässigkeit des unter dem Lehm liegenden groben Sandes.

A. Versuche über die Durchlässigkeit für Wasser.

Es wird an einer Stelle, wo der Deckenlehm sehr dünn und welche auf Tafel IV als „Sandschacht“ bezeichnet ist, der Lehm und die darunter liegende Sandschicht 80 cm tief ausgehoben.

Versuch 19.

Versickerungsversuch am Sandschacht.

8. III. (80 cm tief.)

5^{35} p. m.	35		pro Stunde
6 „ „	24	d. h. bei 30 cm Druck	11 cm
7 „ „	15	„ 20 „ „	9 „
8 „ „	6	„ 10 „ „	9 „
9 „ „	0	„ 3 „ „	6 „

Da angenommen wurde, dass, wenn der Sand einmal in der Umgebung der Basis des Schachtes ganz mit Wasser gefüllt sei, das Sinken des Wassers langsamer erfolgen werde, wurden rasch hintereinander 6 Versickerungsversuche angestellt, die ich nicht ausführlich mittheile. Nur soviel sei gesagt, dass in 4 dieser Versuche bei einem mittleren Druck von 45 cm Wasser 30, 20, 18 und 20 cm pro Stunde versickerten. Nach 5^h war stets der Wasserspiegel von 55 cm auf 0 gesunken.

Wir dürfen aus diesen Zahlen für den groben Sand des sogenannten Sandschachts in der That eine Versickerung von rund 20 cm pro Stunde bei $^1/_2$ m Wasserdruck annehmen.

Dass diese Versickerungsgeschwindigkeit mit zunehmender Wasserhöhe dem Drucke genau proportional steigt, ist kaum anzunehmen, denn die Versickerung sinkt auch nicht proportional den Druck.

Bei einem Druck von

12,5 cm	versickerten	im 1.	Versuch	14 cm
14,5 „	„	„ 3.	„	7 „
11,5 „	„	„ 3.	„	7 „
19,5 „	„	„ 4.	„	11 „
8,5 „	„	„ 4.	„	11 „
15 „	„	„ 6.	„	11 „

Also beträgt die Filtrationsgeschwindigkeit rund bei geringem Wasserdruck (von 11—20 cm) etwa 10 cm oder 100 mm pro Stunde.

Bei einem Druck von 1 m würde sie sicher wenigstens 300 mm, bei 2 m wenigstens 500 mm betragen — wahrscheinlich aber eher mehr.

B. Versuche über die Durchlässigkeit des Sandes für Salzlösungen.

Versuch 20. (27. IV.)

Am 27. IV. Mittags 5 Uhr, wurden 350 Kilo Salz in den auf 2,15 m vertieften „Sandschacht“ (32 m vom Kanal) gebracht und Wasser nachgefüllt, sodass es ziemlich constant 1 m hoch stand.

Alle Stunde wurde Wasser aus der Wasserleitung entnommen (und zwar aus dem nächstliegenden Schachte) und auf Chlor titrimetrisch untersucht. Wie die Tabelle ergiebt, wurde unsere Geduld auf eine lange Probe gestellt, indem erst nach 45ʰ eine bescheidene, nach 72ʰ die maximale Chlorzunahme auftrat. Leider ist das Resultat dadurch, dass nicht fortwährend gepumpt wurde, nicht von besonders hohem Interesse, immerhin dauert es bei anhaltendem Pumpen über 26, wohl mindestens 32 Stunden bis die ersten Salzspuren durch die 32 m Boden dringen.

27. IV. 5ʰ p. m. — 28. IV. 7ʰ p. m. d. h. 26 Stunden wurde gepumpt, ohne dass der anfängliche Chlorgehalt von 11—11,5 mg pro Liter sich änderte.

28. IV. Abends 7ʰ — 29. IV. 6ʰ früh wurde nicht gepumpt, Chlorgehalt am 29. IV. Früh = 11,5

29. IV. Früh 7ʰ — 29. IV. Mittags 1ʰ stets 11—11,5 mg pro Liter

29. IV.	2ʰ p. m	„	13	„
	3ʰ „	„	13	„
	5ʰ „	„	14	„

Ueber Nacht keine Proben entnommen und nicht gepumpt.

30. IV.	11ʰ Früh	stets	23	mg
	12ʰ Mittags	„	25	„
	1ʰ Nachmittags	„	28	„
	2ʰ „	„	31	„
	3ʰ „	„	34	„
	4ʰ „	„	37	„
1. V.	6ʰ Früh	„	28	„
	7ʰ „	„	28	„
	8ʰ „	„	27	„
	9ʰ „	„	27	„
	10ʰ „	„	26	„
	11ʰ „	„	25	„
	12ʰ Mittags	„	25	„

1. V.	1^h Nachmittags	stets	23	mg
	2^h „	„	22	„
	3^h „	„	21	„
	4^h „	„	20	„
	5^h „	„	20	„
2. V.	(Sonntag) nicht gepumpt.			
3. V.	10^h Früh	„	14	„
	11^h, 12^h	„	14	„
	1^h, 2^h	„	13	„
	$3 - 5^h$	„	12	„
4. V.	7^h, 8^h	„	12	„
	9^h, 10^h, 11^h	„	11	„

Versuch 21 am 25., 26. und 27. Juni 1897.

Am 23. und 25. Juni 1897 wurde zwischen Schacht H und I (Entfernung von H und I = 100 m) 20 m mainwärts vom Kanal entfernt, ein Schacht ausgeworfen 2 m im Quadrat, $2^1/_2$ m tief. (Kiesschacht). Der sandige Humus, nur hie und da von kleinen Sandadern durchzogen, hat eine Tiefe von 1 m 60 cm. Hierauf folgt eine 60 cm dicke Schicht von sogenanntem blauen und hierauf schwarzen Letten (verfaulter Schlamm mit Muscheln, Schilf und Würzelchen durchsetzt). Dann kommt eine 30—40 cm dicke Schicht groben Mainsandes, worauf man auf Gerölle stösst, in welchem schon das Grundwasser steht.

Am 25. VI. abends 7^h wurden in diesen Schacht 7 Zentner Viehsalz geworfen und nun mit Wasser aufzufüllen gesucht. Obwohl nun ein Wasserstrahl, der in der Sekunde 2 Liter lieferte, constant sich ergoss, war die Grube bis früh 7^h am 26. VI. nur noch 50 cm hoch mit Wasser gefüllt. Es wurde nun mehr Wasser ($2^1/_2$ Sekundenliter) eingeleitet, allein in 5 Stunden war noch kein Steigen des Wassers zu beobachten. Am 26. VI. vormittags 10^h war im Schacht selbst kein Salz mehr.

Vom 25. VI. abends 6^h bis 27. VI. nachmittags 4^h wurden aus Schacht H, der vom Salzschacht ca. 60 m entfernt ist, alle 2 Stunden Proben geschöpft: In der Nacht vom 25. auf 26. VI. wurde durchgepumpt.

Datum	Zeit	mgr. Chlor im Liter	
25. VI.	6^h p. m.	12	
„	8 „	12	
„	10 „	12	
„	12 „	12	
26. VI.	2^h a. m.	12	
„	4 „	12	
„	6 „	12	
„	8 „	12	
„	10 „	13	
„	12 „	18	
„	2 p m	25	
„	4 „	45	
„	6 „	50 →	Um 6^h wurde aufgehört zu pumpen.
„	8 „	75 →	Trotzdem schon 2^h nicht mehr gepumpt wird.
27. VI.	6^h a m.	50	
„	8 „	40	
„	10 „	40	
„	12 „	40	
„	2 „	39	
„	4 „	38	

C. Versuche über die Durchlässigkeit des Sandes für Bacterien im Laboratorium.

Die Versuchsanordnung (Einfüllung des Sandes in Zinkrohre, Durchpressung des bacterienhaltigen Wassers mit einem Druckrohr) war genau die gleiche wie oben pag. 99 für die Versuche mit Lehm geschildert.

In 2 Versuchen wurde das Porenvolum des Sandes an Strecken dieser Filtrationsrohre bestimmt (Methode siehe oben pag. 100), das Resultat war 26,6 und 23,0 %, während Bodencylinder, die aus den entsprechenden, gewachsenen Sandschichten im Gelände ausgestochen waren, 32,5% Poren aufwiesen. Es ist also der gewachsene Boden jedenfalls nicht dichter, als der in meinen Versuchen.

Versuch 22. (4. Mai 1897).
Rohr von 3 m Länge.

Sandfüllung tadellos. Das Wasser lief in dünnem Strahle vorn aus. Eine Stunde nach Einfüllen des Bacterium prodigiosum in das Steigrohr ist es schon sehr reichlich im Filtrat[1]), auch

[1]) Wohl schon früher, es war aber nicht darauf untersucht worden.

die 24 Platten, die in den folgenden 48 Stunden gegossen werden, zeigen alle den Pilz reichlich.

Durchlässigkeit beim Druck von 2 m: Pro Stunde 6,6 Liter.
" " " " 1 " " " 3,3 "

Filtrationsgeschwindigkeit beim Druck von 2 m: 810 mm pro Stunde.

Versuch 23. (15. V. 97.)

Rohr von 5 m Länge.

Sandfüllung tadellos. Das Wasser lief in feinem Strahl ab; es brauchte 30 Minuten bis es aus dem offenen Ende abfloss. Nach 1 Stunde 10 Min. vom Beginn des Versuchs war noch kein Bacterium prodigiosum im Filtrat, nach 2 Stunden auch nicht, aber nach $2^1/_2$ und 3 Stunden reichlich.

Durchlässigkeit beim Druck von 2 m: Pro Stunde 6 Liter.

Filtrationsgeschwindigkeit beim Druck von 2 m: pro Stunde 759 mm.

Versuch 24. (2. VI. 1897).

Mit 20 m langem Rohr.

Dieser Versuch stellte an die Geduld und Sorgfalt grosse Anforderungen, mussten doch 4 Rohrstücke von 5 m Länge jedes einzeln tadellos mit Sand gefüllt und dann die 4 ineinander gesteckt und verlöthet werden. Es vergiengen mit diesen Vorbereitungen 2 Tage.

Bei einem Druck von 2 m dauerte es volle 10 Stunden, bis Wasser aus dem freien Ende des Zwanzigmeterrohrs abfloss.

Die filtrierende Wassermenge betrug beim Druck von 2 m pro Stunde 2—2,2 Liter.

Die Filtrationsgeschwindigkeit 266 mm.

In das Druckrohr wurde am 3. Juni Früh 10 Uhr Bacterium prodigiosum eingefüllt und der Druck auf 2 m constant gehalten. An den folgenden Tagen wurden in 16 Untersuchungen 32 Stärkeagarplatten gegossen. Am 3. Juni bis Abends 7 Uhr war — wie vorauszusehen[1]) — nichts von Bact. prodigiosum durchgegangen,

[1]) Da das Durchgehen von Wasser 10 Stunden dauert. — Ich prüfte die Zeit, die eine bestimmte Wassermenge zum Durchgehen braucht, nach Abschluss des bacteriologischen Versuchs noch einmal und fand $10^1/_2$ Stunden. Dieser letzte Versuch war so angestellt, dass Jodkaliumlösung in das Steigrohr eingegossen wurde und mit Stärke und salpetriger Säure nachgesehen wurde, bis wann das Jodkalium im Filtrat nachweisbar sei.

dagegen ergaben alle 22 am 4. VI. und 5. VI. angelegten Platten, dass auch durch 20 m Sand Bacterium prodigiosum durchgieng. Nicht gerade reichlich, denn es kamen trotz der enorm reichen Beschickung des Druckrohrs mit Bacterien auf allen Platten nur 1—5, nur einmal 6, einmal 8 Kolonien zur Entwickelung.

D. Practische Versuche im Gelände über die Durchlässigkeit des Sandes für Bacterien.

Versuch 25.

Am 25. Mai 97 wurde der vom Sammelkanal 32 m entfernte „Sandschacht" (vis-à-vis dem Maschinenhaus) von eingefallener Erde gesäubert und 1,5 m tief gegraben, so dass die Basis des Schachtes reiner mittelfeiner Mainsand war. Von diesem Sand wurden 4 Säcke entnommen, um zu einem Filtrierversuch im Institut verwendet zu werden.

Um 11^h wurden, nachdem der Schacht mit Wasser von 1 m Höhe gefüllt war (die Füllung dauerte, obwohl ein starker Wasserstrahl sich ergoss, fast $^3/_4$ Stunde d. h. es versickerte viel und rasch Wasser — nachdem der Schacht mit 1 m Wasser gefüllt war, versickerten in 3 Minuten 20 cm —) 30 Liter Bacterium prodigiosum (in verdünnter Bouillon) eingegossen. Die Wasserhöhe wurde immer constant gehalten, der Schacht mit Tüchern überdeckt. Es wurde dann die Nacht vom 25. auf 26. und vom 26. auf 27. durchgepumpt.

Die ersten Proben wurden aus dem Kreuzungsschacht A um 1^h p. m. am 25. V. entnommen, bis abends 8^h jede Stunde und dann alle 2 Stunden, und mit 1 cbcm hiervon je 2 Stärkeagarplatten gegossen.

Ebenso wurden vor und nach Beginn des Versuches quantitative Gelatine und Stärkeagarplatten gegossen. (Siehe beiliegendes Blatt).

Am 26. V. abends 6^h wurde eine Aufschwemmung von Mycoides aus 25 Kartoffelplatten in den Sandschacht geschüttelt.

Obwohl am			
Obwohl am	25. V.	10 mal	aus dem Inhalt des Kreuzungsschachtes A je 3 Platten d. h. zusammen 59 mal 3 Platten = 177 Platten gegossen wurden, war keine Cultur von Bacillus mycoides oder Bacterium prodigiosum auf den Platten zu finden.
„ „	26. V.	12 „	
„ „	27. V.	12 „	
„ „	28. V.	6 „	
„ „	29. V.	6 „	
„ „	30. V.	6 „	
„ „	31. V.	7 „	

Zählungen des Pilzgehaltes des Wassers des Kreuzungsschachts ergaben:

25. V. früh 10 Uhr 25. V. „ 11 „ 25. V. 1 Uhr Mittags 25. V. 5 „ „ 30. V. 5 „ „	ergab auf zusammen 16 Platten, die theils mit Gelatine, theils mit Stärkeagar angestellt wurden, stets nur 2—10 Keime pro 1 Cubikcentimeter.

Versuch 26.

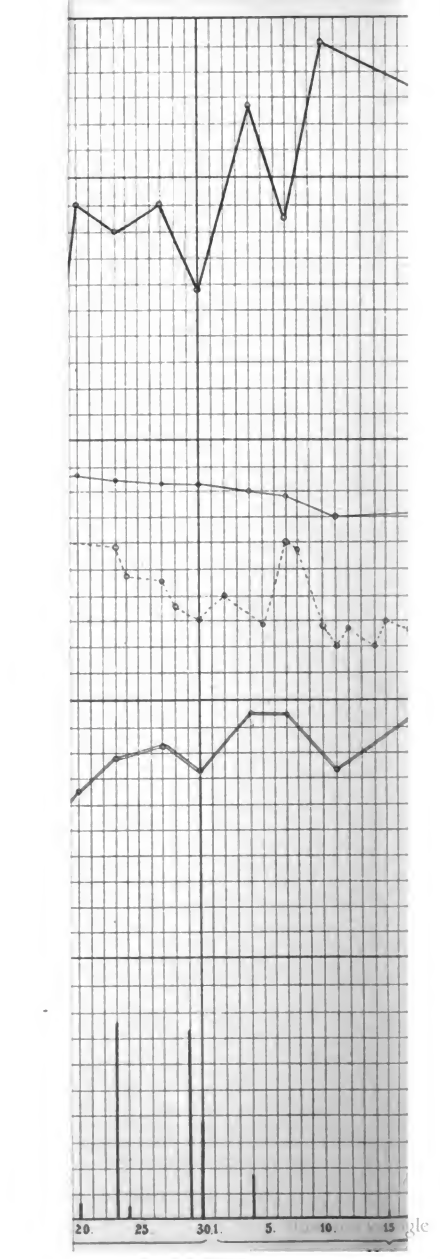
In das pag. 107 beschriebene, die Lehmschicht durchbrechende, in den Kies reichende, $2^1/_2$ m tiefe Loch zwischen H und I, 20 m vom Sammelkanal entfernt, wird am 2. VII. 11^h vormittags 20 Liter Prodigiosumcultur mit 1680 Milliarden Keimen eingeführt, sodass ein Cubikcentimeter des den Schacht erfüllenden 80 cm hoch stehenden Wassers der Rechnung nach 525000 Keime enthalten musste. Die directe Untersuchung ergab 558000 Keime per Cubikcentimeter.

Da das Wasser sehr stark zu- und abfloss ($2^1/_2$ Sekundenliter), so sank bis Abends 8^h der Gehalt auf 200 Keime im Cubikcentimeter, es wurden daher um 8^h Abends abermals 15 Liter Prodigiosumaufschwemmung mit 1007 Milliarden Bacterien eingegossen. Da das Wasser 90 cm im Schacht stand, so giebt dies 280000 Keime im Cubikcentimeter, die directe Untersuchung nach dem Zugiessen und Durchmischen ergab 300000 Keime im Cubikcentimeter.

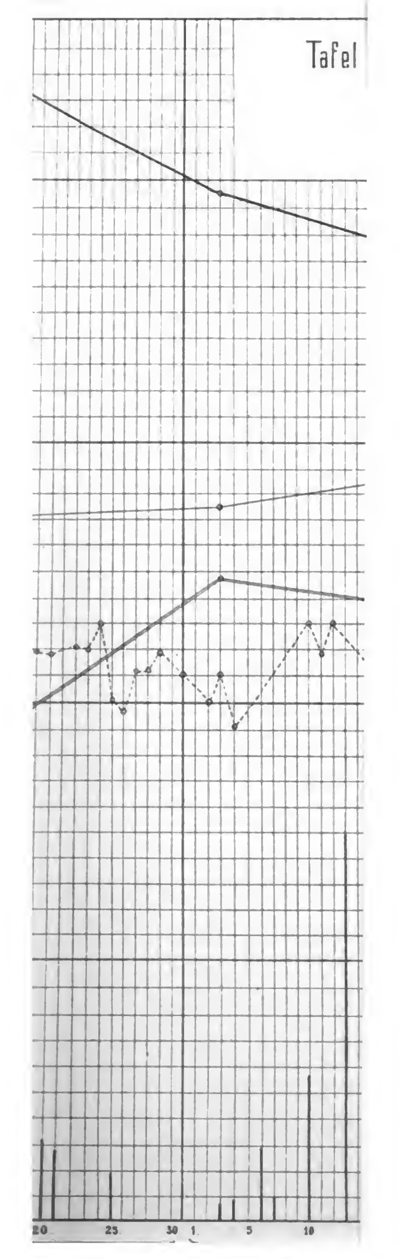
Es wurde nun vom 2. VII. 11 Uhr früh bis 3. VII. Abends 7 Uhr anhaltend gepumpt und vom 2. VII. Abends 9 Uhr ab alle 2 Stunden 3 Platten aus dem Schacht H (ca. 60 m vom Loch entfernt) gegossen. Auf all den 36 Platten war nur eine einzige Colonie von Bacterium prodigiosum am 3. VII. 3 Uhr früh beobachtet, d. h. 16^h nach dem Einfüllen der Bacterien.

Würzburg, 21. VII. 97.

K. B. Lehmann.

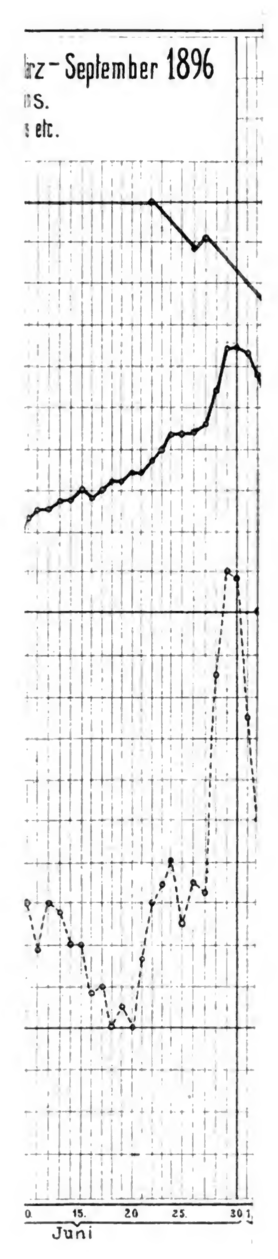


20.
25.
30.1.
5.
10.
15

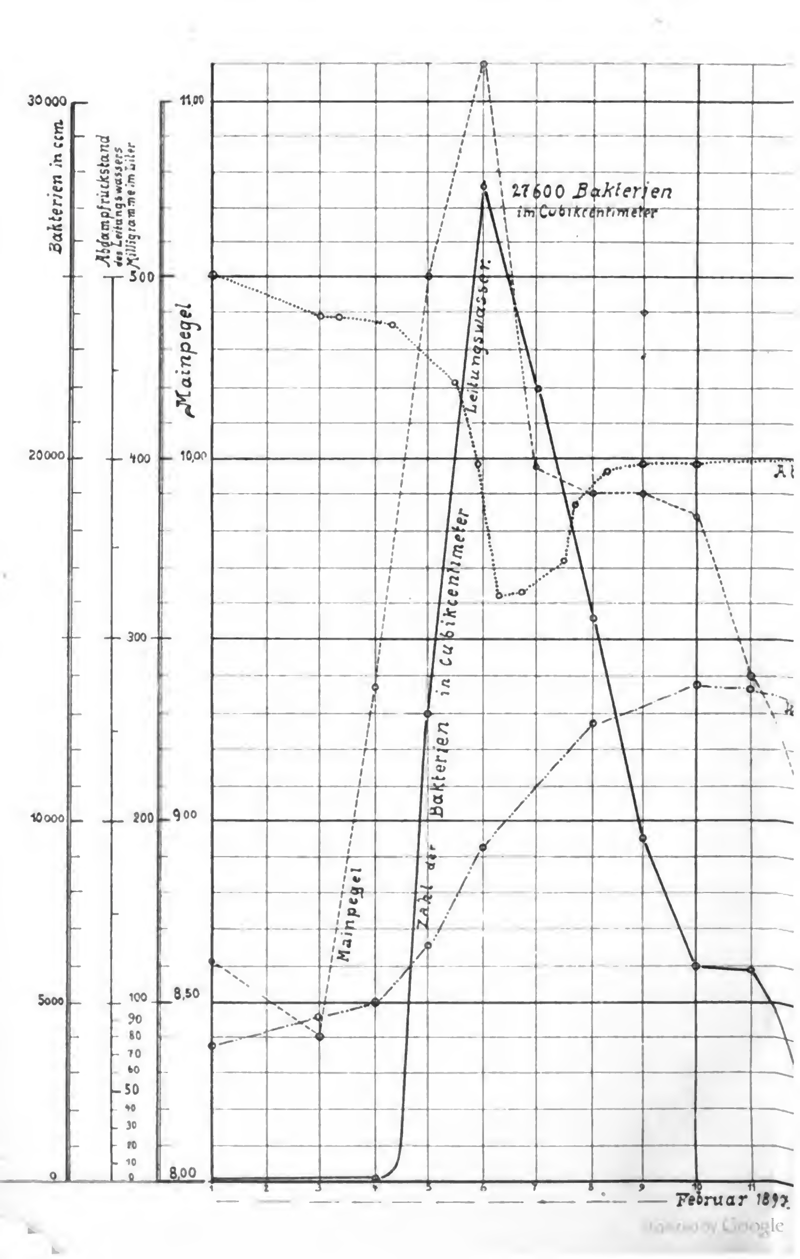

Tafel
20
25
30
1
5
10

d Leitungswasser von M
elständen des Mai
ngsanlage Würzburg
e Verlags-Anstalt

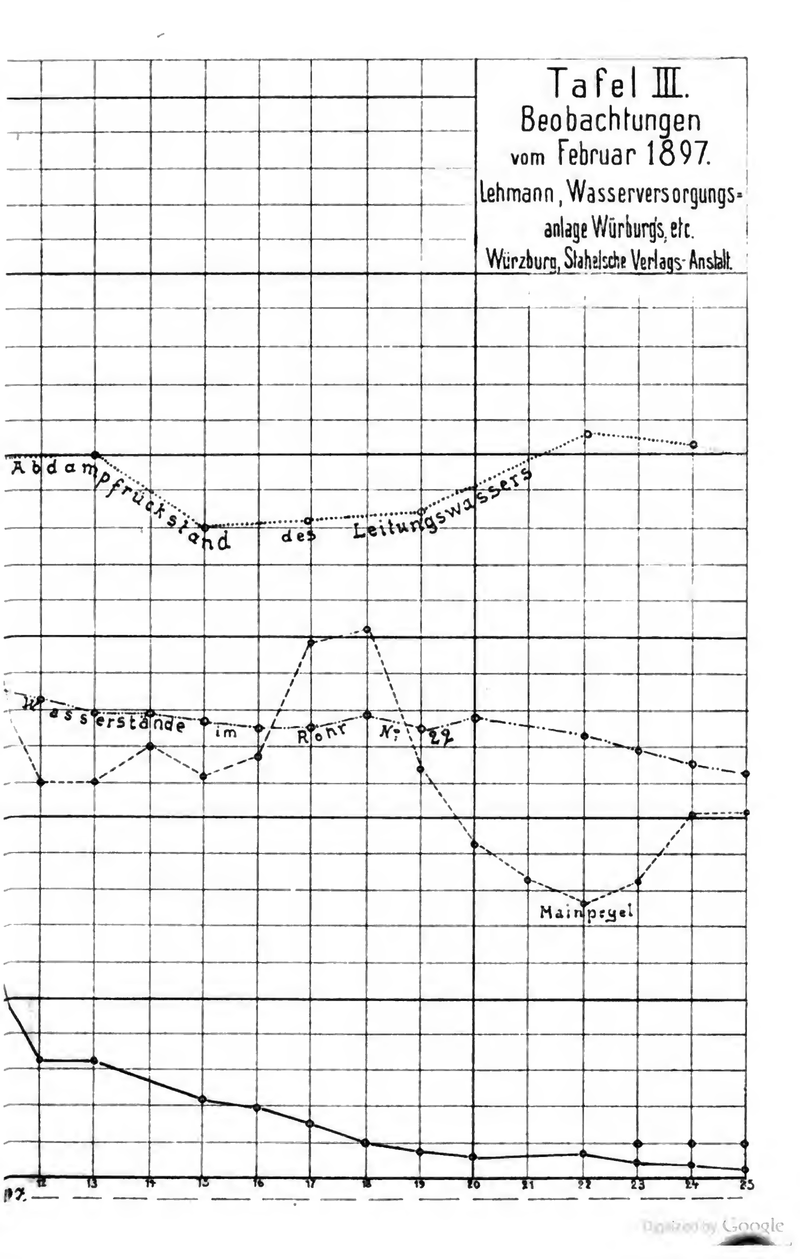
20 25 30 1 5.



rz - September 1896
s.
etc.
15.
20
25.
30
Juni



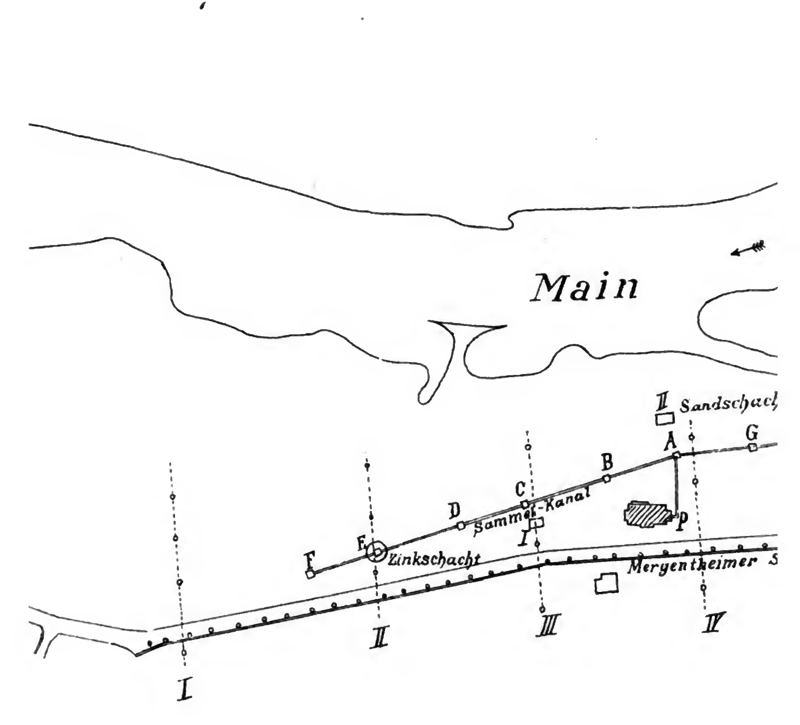
Bakterien in ccm
Abdampfrückstand des Leitungswassers Milligramme im Liter
Mainpegel
30000
20000
10000
5000
0
500
400
300
200
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
11,00
10,00
9,00
8,50
8,00
27600 Bakterien im Cubikcentimeter
Leitungswasser
Zahl der Bakterien in Cubikcentimeter
Mainpegel
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
Februar 1897


Tafel III.
Beobachtungen
vom Februar 1897.
Lehmann, Wasserversorgungs-
anlage Würburgs, etc.
Würzburg, Stahelsche Verlags-Anstalt.
Abdampfrückstand des Leitungswassers
Wasserstände im Rohr No. 22
Mainpegel
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

Tafel IV: Planskizze des Wasserwerks an der Mergenthei

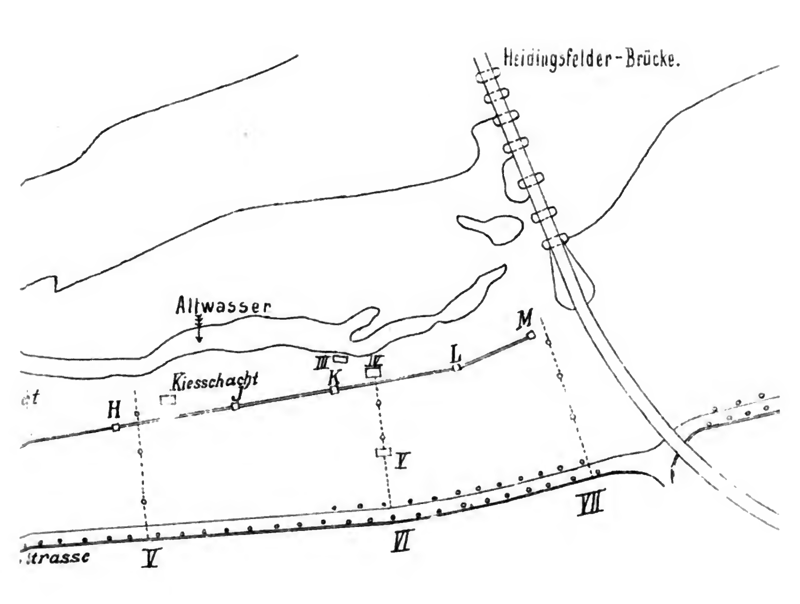
Lehmann, Wasserversorgungsanlage Würzburg's et

Würzburg, Stahel'sche Verlags-Anstalt.

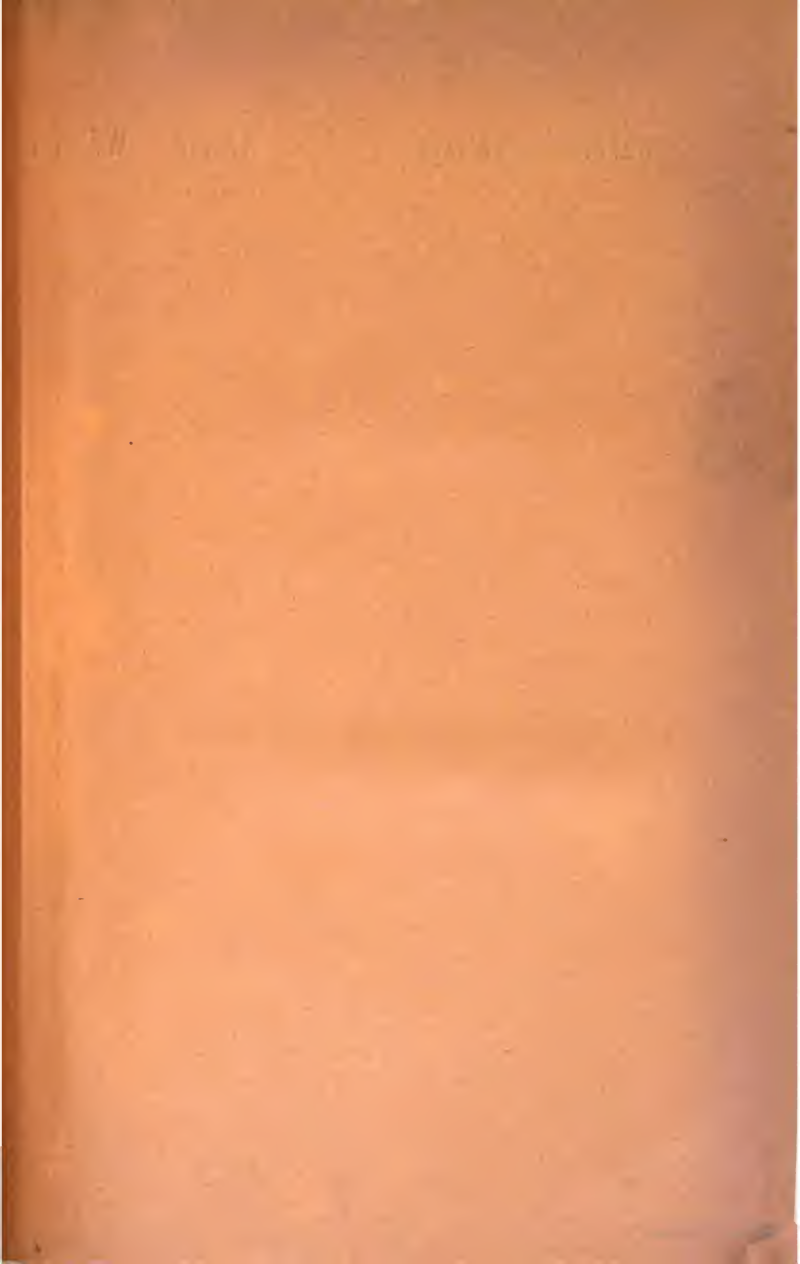


Massstab $\frac{1}{10000}$.

merstrasse.



Die Buchstaben F–M bedeuten die in Cement aufgeführten Revisionsschächte, P die Pumpstation, I–VII bedeuten Linien, in denen Profile aufgenommen wurden. Die ▭ und ○ Zeichen deuten Aufgrabungen (Schächte) zu Versuchungszwecken an.



Bezug früherer Jahrgänge der „Verhandlungen" und „Sitzungsberichte" der Physikal.-med. Gesellschaft zu Würzburg betr.

Mit Abschluss des 33. Bandes der **„Verhandlungen der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg"** blicken die Zeitschriften dieser Gesellschaft auf einen Zeitraum von 50 Jahren zurück. Nachdem besonders seitens mancher neuerer Abonnenten der Wunsch naheliegt, die früheren Jahrgänge zu besitzen, erklären wir uns bereit, die ganze Serie nach Vereinbarung im speziellen Falle zu einem ermässigten Pauschalpreise abzugeben. Es erschienen ab 1850 bis 1900

zuerst:

„Verhandlungen", alte Reihe, Bd. I—X (1850—1859) . 10 Bde.

dann nebeneinander:

„Würzburger medicinische Zeitschrift" Bd. 1—VII (1860—1866) . . . . 7 „

„Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift" nur Bd. I—VI (1860—1865) . . . . 6 „

hierauf:

„Verhandlungen, Neue Folge", Bd. I—XXXIII (1868—1899) . . . . 33 „

seit 1881 gesondert:

„Sitzungsberichte", Jahrgang 1881—1899 . . . . . 19 „

75 Bde.

Ebenso können die einzelnen Beiträge, soweit sie nicht vergriffen sind, in Sonderdrucken noch von uns bezogen werden; auch hier lassen wir bei Uebernahme einer Serie von Sonderdrucken einen geringeren Preis eintreten.

Ausführliche Inhaltsangaben wird ein in Vorbereitung befindlicher neuer Stahel'scher Verlags-Catalog enthalten.

Würzburg, *Paradeplatz,* Juni 1900.

Die Verlags-Anstalt.

